**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**

**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PROYECTO FIN DE CARRERA**

**INGENIERÍA INDUSTRIAL**

# SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA URBANIZACIÓN EN POZUELO DE ALARCÓN

**AUTOR: JESÚS LÓPEZ SANTIAGO**

**TUTOR: BELÉN GARCÍA DE BURGOS**

**FECHA: JULIO 2009**

# ÍNDICE GENERAL

**Capítulo 0: INTRODUCCIÓN**

**Capítulo 1: MEMORIA**

**Capítulo 2: CÁLCULOS**

**Capítulo 3: PRESUPUESTO**

**Capítulo 4: PLANOS**

**Capítulo 5: CONCLUSIONES**

**Capítulo 6: BIBLIOGRAFÍA**

# INTRODUCCIÓN

El objeto de este Proyecto es la realización del suministro de energía eléctrica para una Urbanización de nueva construcción en Pozuelo de Alarcón, aplicando la reglamentación y normativa vigentes de obligado cumplimiento y las normas particulares de la compañía suministradora. Este Proyecto tiene por finalidad la tramitación de la correspondiente autorización administrativa y la de ejecución de las instalaciones, y con este fin, se ha realizado con el formato correspondiente para obtener el visado del mismo, y poder realizar los trámites necesarios para la legalización de las instalaciones, ante la Administración pertinente, que en nuestro caso es la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, encargada de todos los asuntos relacionados con el suministro de energía de la región entre otros.

La Urbanización se denomina "La Finca", está situada en el término municipal de Pozuelo de Alarcón y estará formada por 88 viviendas unifamiliares, agrupadas en 9 bloques de viviendas, y por los garajes correspondientes a cada uno de los bloques de viviendas. El suministro de energía eléctrica para dicha Urbanización que se plantea necesario, objeto principal del Proyecto, deberá abastecer a todas las viviendas con los garajes correspondientes y además también abastecerán al alumbrado público, al grupo de bombeo de agua y la caseta de control y vigilancia, comunes a toda la Urbanización. Aunque el alumbrado público de la Urbanización no se ha diseñado en este Proyecto, por no ser objeto del mismo, se ha considerado y previsto su instalación, y estimado la potencia a instalar para dicho servicio, por lo que también se proyectará y diseñará el suministro de energía eléctrica al alumbrado público de la Urbanización, repartidos en tres puntos diferentes de suministro. Por otra parte también se alimentará al centro de mando para alumbrado público exterior existente, proyectado en la primera fase de construcción.

Para realizar el suministro eléctrico de la Urbanización, en una primera fase de construcción, se determinó una previsión de potencia de 1068 kW, correspondiente al diseño de las viviendas con un grado de electrificación elevada con una potencia de 9200 W por vivienda, valor mínimo que establece el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión para viviendas de superficie superior a 160 $m^2$ o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire, y al centro de mando para el alumbrado público con una potencia de 15 kW. Para suplir dicho suministro eléctrico se procedió a instalar un Centro de Transformación con un transformador de 630 kVA, y la Red de Media Tensión necesaria, suficiente para suplir dicha potencia demandada, realizado en un proyecto inicial.

Posteriormente, cuando se conoció la potencia real a instalar en cada vivienda, se comprobó que era mayor que la potencia prevista inicialmente, y que además, este aumento de potencia sobrepasaba la capacidad de suministro del Centro de Transformación existente, denominado "CT SOMOSAGUAS SUR 21", instalado en la primera fase de construcción. Por lo que surge la necesidad de ampliar la red de suministro de energía eléctrica para abastecer la totalidad de la potencia demandada en la Urbanización, ajustada a la demanda y a la potencia real a instalar en las viviendas y en los servicios comunes de la Urbanización. También surge la necesidad de realizar una redistribución de la red de suministro en Baja Tensión proyectada inicialmente, adaptándola a esta nueva situación, con el fin de suministrar la totalidad de la energía eléctrica demandada en dicha Urbanización. En el diseño del suministro eléctrico se intentará minimizar en la medida de lo posible los diferentes elementos a instalar, así como los recorridos por el terreno de las redes de Media y Baja Tensión a instalar.

Por este motivo surge la necesidad de realizar este Proyecto, cuyo objeto es el diseño y cálculo de los elementos necesarios para realizar el suministro eléctrico de la potencia total demandada por la Urbanización. Se diseñarán los

elementos necesarios para suministrar el aumento de potencia mencionado, teniendo en cuenta las instalaciones que ya estaban construidas para realizar dicho suministro. Los elementos necesarios que se han de instalar son: un nuevo Centro de Transformación de Compañía, que apoyará al Centro de Transformación existente, la Red de Media Tensión que alimente a este Centro de Transformación a instalar, y la Red de distribución de Baja Tensión que partirá de ambos Centros de Transformación, existente y proyectado, para dar el suministro eléctrico a las viviendas y a los servicios comunes de la Urbanización.

El Centro de Transformación proyectado será un edificio prefabricado de hormigón para instalación subterránea, con un transformador de potencia suficiente, para que junto al Centro de Transformación existente, sean suficientes para suministrar en su totalidad la demanda de energía solicitada. Este Centro de Transformación proyectado tendrá espacio suficiente para incluir los elementos necesarios para hacerlo telemandable, ya que se prevé que en un futuro se necesite controlar el Centro de Transformación por telemando.

La Red de Media Tensión proyectada que alimentará al Centro de Transformación proyectado, será subterránea y partirá de la red existente de la compañía suministradora de energía eléctrica en la zona, que en este caso es Iberdrola Distribución. El suministro se realiza a la tensión de 20 kV.

La Red de Baja Tensión será subterránea y partirá del Centro de Transformación proyectado, y del Centro de Transformación existente. Esta red alimentará los diferentes bloques de viviendas, garajes y demás servicios comunes de la Urbanización así como el centro de mando del alumbrado público exterior existente, y en su diseño se minimizará el número de líneas a instalar.

La longitud de los trazados de las Redes de Media y Baja Tensión a instalar se minimizarán, instalando el Centro de Transformación proyectado próximo a la red de distribución existente y a los puntos de consumo eléctrico, realizando el trazado por el terreno que sea más adecuado en todo momento.

Todo esto queda debidamente justificado y diseñado en este Proyecto, cumpliendo la reglamentación y normativa vigente, que está estructurado en diferentes capítulos, de la siguiente forma: Introducción, Memoria, Cálculos, Presupuesto, Planos, Conclusiones y Bibliografía.

# MEMORIA

# - ÍNDICE MEMORIA -


**1. ANTECEDENTES ..... 1**

**2. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN ..... 1**

2.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO ..... 2

2.2. RED DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA ..... 2

2.3. RED DE BAJA TENSIÓN PROYECTADA ..... 3

**3. EMPLAZAMIENTO ..... 3**

**4. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA ..... 4**

**5. PROPIEDAD ..... 4**

**6. POTENCIA PREVISTA ..... 4**

**7. RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN ..... 9**

7.1. GENERALIDADES ..... 9

7.2. CABLE ..... 9

*7.2.1. Intensidades admisibles ..... 10*

*7.2.2. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores ..... 12*

*7.2.3. Intensidades de cortocircuitos admisibles en las pantallas ..... 13*

7.3. ACCESORIOS ..... 13

7.4. CANALIZACIONES ..... 14

*7.4.1. Canalización entubada ..... 14*

*7.4.2. Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos ..... 14*

7.5. DERIVACIONES ..... 18

7.6. PUESTA A TIERRA ..... 18

*7.6.1. Puesta a tierra de cubiertas metálicas ..... 18*

*7.6.2. Pantallas ..... 18*

7.7. PROTECCIONES ..... 18

*7.7.1. Protecciones contra sobreintensidades ..... 18*

*7.7.2. Protección contra sobreintensidades de cortocircuito ..... 19*

**8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO ..... 19**

8.1. DESCRIPCIÓN GENERAL ..... 19

*8.1.1. Centro de Transformación proyectado "CT-1" ..... 19*

8.2. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ..... 20

8.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA ..... 22

*8.3.1. Características de la red de alimentación: ..... 22*

*8.3.2. Celdas modulares de línea y protección para el Centro de Transformación proyectado: CGM ..... 22*

*8.3.3. Transformador ..... 25*

*8.3.4. Cuadros modulares de B.T. ..... 26*

*8.3.5. Fusibles limitadores de A.T. ..... 26*

*8.3.6. Características del material vario de A.T. y B.T. ..... 26*

8.4. VENTILACIÓN ..... 27

8.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS ..... 27

8.6. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS ..... 28

8.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA ..... 28

*8.7.1. Sistemas de Puesta a Tierra ..... 28*

*8.7.2. Formas de los Electrodos ..... 29*

*8.7.3. Materiales a Utilizar ..... 29*

*8.7.4. Ejecución de la Puestas a Tierra ..... 31*

*8.7.5. Configuración de la Puesta a Tierra seleccionada ..... 33*

**9. RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN ..... 35**

9.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES ..... 35

*9.1.1. Tipo de cable ..... 35*

9.2. CAJA GENERAL DE PROTECCIONES ..... 36

9.3. ACCESORIOS ..... 36

9.4. CANALIZACIONES ..... 36

9.5. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO ..... 39

## 1. ANTECEDENTES

Para realizar el suministro eléctrico de Urbanización de 88 viviendas unifamiliares, situada en el término municipal de Pozuelo de Alarcón, en una primera fase de construcción, se determinó una previsión de potencia de 1068 kW. Esta es la potencia que correspondería para el diseño de las viviendas con un grado de electrificación elevada con una potecia de 9200 W por vivienda, valor mínimo que establece el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión para viviendas de superficie superior a 160 $m^2$ o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire, y al centro de mando para el alumbrado público con una potencia de 15 kW. Por lo que para suplir dicho suministro eléctrico se procedió a instalar un Centro de Transformación con un transformador de 630 kVA, y la Red de Media Tensión necesaria, suficiente para suplir dicha potencia demandada, realizado en un proyecto inicial.

Posteriormente, cuando se conoció la potencia real a instalar en cada vivienda, se comprobó que era mayor que la potencia prevista inicialmente, y que además, este aumento de potencia sobrepasaba la capacidad de suministro del Centro de Transformación existente, denominado "CT SOMOSAGUAS SUR 21", instalado en la primera fase de construcción. Por lo que surge la necesidad de ampliar la red de suministro de energía eléctrica para abastecer la totalidad de la potencia demandada en la Urbanización, ajustada a la demanda y a la potencia real a instalar en las viviendas y en los servicios comunes de la Urbanización. También surge la necesidad de realizar una redistribución de la red de suministro en Baja Tensión proyectada inicialmente, adaptándola a esta nueva situación, con el fin de suministrar la totalidad de la energía eléctrica demandada en dicha Urbanización. En el diseño del suministro eléctrico se intentará minimizar en la medida de lo posible los diferentes elementos a instalar, así como los recorridos por el terreno de las redes de Media y Baja Tensión a instalar.

Con motivo de la ampliación de la potencia demandada por la Urbanización "La Finca", en el término municipal de Pozuelo de Alarcón (Madrid), y con motivo de la solicitud de suministro eléctrico ante la compañía eléctrica IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U., se plantea la necesidad de instalar un Centro de Transformación de compañía, y las redes de Media Tensión y Baja Tensión correspondientes que darán servicio a dicha Urbanización.

## 2. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

El objeto del presente proyecto es el diseño y cálculo de los elementos necesarios para realizar el suministro eléctrico necesario para el aumento de potencia demandada para una Urbanización en el término municipal de Pozuelo de Alarcón, en la Comunidad de Madrid, cumpliendo la reglamentación y normativa vigente de obligado cumplimiento, y las normas de la compañía suministradora, que tiene por finalidad la tramitación de la correspondiente autorización administrativa y la de ejecución de la instalaciones.

Dicha Urbanización está formada por 88 viviendas unifamiliares, agrupadas en 9 bloques de viviendas, y por los garajes correspondientes a cada uno de los bloques de viviendas. El suministro de energía eléctrica para dicha Urbanización que se plantea necesario, objeto principal del Proyecto, deberá abastecer a todas las viviendas con los garajes correspondientes y además también abastecerán al alumbrado público, al grupo de bombeo de agua y la caseta de control y vigilancia, comunes a toda la Urbanización. Y aunque el alumbrado público de la Urbanización no se ha diseñado en este Proyecto, por no ser objeto del mismo, se ha considerado y previsto su instalación, y estimado la potencia a instalar para dicho servicio, por lo que también se proyectará y diseñará el suministro de energía eléctrica al alumbrado público de la Urbanización, repartidos en tres puntos diferentes de suministro. Por otra parte también se alimentará al centro de mando para alumbrado público exterior existente, proyectado en la primera fase de construcción.

Inicialmente se solicitó una potencia de 1068 kW, suplida por un Centro de Transformación existente, con un transformador de 630 kVA. Posteriormente hubo un aumento de potencia demandada de 1092 kW, cuando se conoció la potencia real a instalar en cada vivienda, se comprobó que era mayor que la potencia prevista inicialmente, y que además, este aumento de potencia sobrepasaba la capacidad de suministro del Centro de Transformación existente, denominado "CT SOMOSAGUAS SUR 21", instalado en la primera fase de construcción. Por lo que surge la necesidad de ampliar la red de suministro de energía eléctrica para abastecer la totalidad de la potencia demandada en la Urbanización, ajustada a la demanda y a la potencia real a instalar en las viviendas y en los servicios comunes de la Urbanización. Por lo que es necesario la instalación de:

- Un Centro de Transformación de compañía proyectado, denominado "CT-1", de tipo subterráneo, con capacidad para una máquina, y preparado para el telemando.
- Red Subterránea de Baja Tensión que alimentará a las diferentes parcelas, indicadas en el Capítulo de Planos.
- Red Subterránea de Media tensión que alimentará el Centro de Transformación proyectado "CT-1".

## 2.1. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO

Para el suministro eléctrico de la de la Urbanización "La Finca", se proyecta un Centro de Transformación de compañía, denominado "CT-1", cuya ubicación queda reflejada en el Capítulo de Planos.

El Centro de Transformación de compañía proyectado "CT-1" será un edificio prefabricado de hormigón para instalación subterránea, de estructura monobloque y ventilación horizontal, tipo PFS-H-62-1T de la marca Ormazabal. Este Centro de Transformación tendrá espacio suficiente para incluir los elementos necesarios para hacerlo telemandable, incluyendo la instalación de celdas preparadas para ser telemandables, ya que se prevee que en un futuro se necesite controlar el Centro de Transformación por telemando. También incluirá espacio para una celda de reserva, para el caso de futuras ampliaciones. Dentro del edificio se instalarán debidamente montados y conexionados los siguientes elementos:

- 2 Celdas de Línea, con corte y aislamiento en SF6.
- 1 Celda de Protección de transformador con ruptofusibles, con corte y aislamiento en SF6.
- 1 Espacio para una Celda de Reserva.
- 1 Transformador de potencia de 630 kVA y tensiones 20kV/B2.
- 1 Cuadro de Baja Tensión de 6+2 salidas protegidas con fusible (tipo CBT-EAS-1000-6).
- Elementos de seguridad para realizar las maniobras.
- Alumbrado normal y de emergencia.
- Puesta a tierra interiores y exteriores de herrajes y neutro.
- El Centro de Transformación proyectado tendrá espacio suficiente para incluir los elementos necesarios para hacerlo telemandable.

## 2.2. RED DE MEDIA TENSIÓN PROYECTADA

La Red de Media Tensión proyectada se instalará para alimentar al Centro de Transformación proyectado, será subterránea y partirá de la red existente de la compañía suministradora de energía eléctrica en la zona, que en este caso es Iberdrola Distribución, y el suministro se realiza a la tensión de 20 kV.

Se proyecta el siguiente circuito en Media Tensión.

Línea 1: Acometida Subterránea de Media Tensión a 20 kV formada por conductores de aluminio tipo HEPRZ-1 12/20 KV de 3x(1x240) mm² de sección, que discurrirá canalizada bajo tubo de PVC rojo de Ø 160 mm con una longitud aproximada de 12 m. Con origen en empalme proyectado en línea existente que proviene del Centro de Transformación "CT SOMOSAGUAS SUR 21" existente y, siguiendo la trayectoria reflejada en el Capítulo de Planos, realiza entrada y salida en celdas de línea del Centro de Transformación "CT-1" proyectado y conecta finalmente con la línea existente que proviene del Centro de Transformación "CT SOMOSAGUAS SUR 22" existente, mediante otro empalme proyectado.

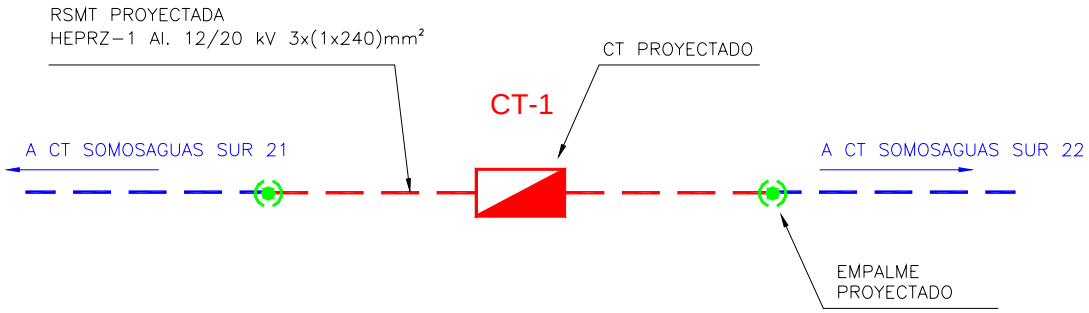



**Figura 1. Línea 1**

## 2.3. RED DE BAJA TENSIÓN PROYECTADA

La Red de Baja Tensión será subterránea y partirá del Centro de Transformación proyectado, objeto de este Proyecto, y del Centro de Transformación existente "CT SOMOSAGUAS SUR 21". Esta red alimentará los diferentes bloques de viviendas, garajes y demás servicios comunes de la Urbanización así como el centro de mando del alumbrado público exterior existente, y en su diseño se minimizará el número de líneas a instalar intentando que su recorrido sea de la menor longitud posible.

Se proyecta una Red de Baja Tensión (3 fases más neutro a 400/230 V) que discurrirá en canalización subterránea bajo tubo de 160 mm de diámetro con cables tipo:

- RV 0,6/1 kV Al de 3x(1x240) + 1x 150 mm²

Del Centro de Transformación "CT-1" proyectado, partirán 6 líneas de Baja Tensión proyectadas, siguiendo la trayectoria y distribución que aparece en el Capítulo de Planos.

Del Centro de Transformación "CT SOMOSAGUAS SUR 21" existente, partirán 8 líneas de Baja Tensión proyectadas, siguiendo la trayectoria y distribución que aparece en el Capítulo de Planos.

# 3. EMPLAZAMIENTO

La obra del presente proyecto, se encuentra situada en la Urbanización "La Finca", en el término municipal de Pozuelo de Alarcón, en la Comunidad de Madrid. Este emplazamiento se detalla en el Capítulo de Planos.

## 4. CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA Y COMPAÑÍA SUMINISTRADORA

Las características principales de las líneas objeto del presente proyecto se describen a continuación:

Media tensión:

- Clase de corriente ..... Alterna trifásica
- Frecuencia ..... 50 Hz
- Tensión nominal ..... 20 kV

Baja Tensión:

- Clase de corriente .....Alterna trifásica
- Frecuencia .....50 Hz
- Tensión nominal .....230/400 V
- Tensión máxima entre fase y tierra .....250 V
- Sistema de puesta a tierra .....Neutro unido directamente a tierra
- Aislamiento de los cables de red .....0,6/1 kV
- Intensidad máxima de cortocircuito trifásico .....50 kA

La Compañía que suministra energía eléctrica en la zona es IBERDROLA DISTRIBUCCIÓN ELÉCTRICA S.A.U., con domicilio social en la calle Ruy González de Clavijo, sin número, 28005 Madrid.

## 5. PROPIEDAD

La propiedad de las instalaciones que se detallan en el presente proyecto corresponderán a IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.A.U., con domicilio social en la calle Ruy González Clavijo, sin número, 28005 Madrid.

## 6. POTENCIA PREVISTA

La potencia prevista demandada en la Urbanización, ajustada a la demanda y a la potencia real a instalar en las viviendas y en los servicios comunes de la Urbanización “La Finca”, justificada en el Capítulo de Cálculos, en el apartado 2 de Previsión de Potencia, deberá abastecer a las 88 viviendas, agrupadas en 9 bloques, con los garajes correspondientes y además también abastecerán al alumbrado público, al grupo de bombeo de agua y la caseta de control y vigilancia, comunes a toda la Urbanización. También se proyectará y diseñará el suministro de energía eléctrica al alumbrado público de la Urbanización, se ha considerado y previsto su instalación, y estimado la potencia a instalar, realizando el suministro repartido en tres puntos diferentes. Por otra parte también se alimentará al centro de mando para alumbrado público exterior existente, proyectado en la primera fase de construcción. La previsión de potencia es la siguiente:

**Tabla 1**
**Previsión de potencias para la Urbanización "La Finca" (88 viviendas)**

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 1 | 20.785 | 1.1 | 187.065 | CT-1 PROYECTADO |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 2 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 3 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 4 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 5 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 6 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 7 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 8 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 9 | 20.785 | | | |
| GARAJE 1 | 17.321 | 1.2 | 137.821 | CT-1 PROYECTADO |
| ALUMBRADO PÚBLICO 1 | 14.500 | | | |
| GRUPO DE BOMBEO DE AGUA | 69.500 | | | |
| CASETA DE CONTROL Y VIGILANCIA | 36.500 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 10 | 20.785 | 1.3 | 183.601 | CT-1 PROYECTADO |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 11 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 12 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 13 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 14 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 15 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 16 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 17 | 20.785 | | | |
| GARAJE 2 | 17.321 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 18 | 20.785 | 1.4 | 83.140 | CT-1 PROYECTADO |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 19 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 20 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 21 | 20.785 | | | |

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|
| GARAJE 3 | 17.321 | 1.5 | 183.601 | CT-1 PROYECTADO |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 22 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 23 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 24 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 25 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 26 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 27 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 28 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 29 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 30 | 20.785 | 1.6 | 183.601 | CT-1 PROYECTADO |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 31 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 32 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 33 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 34 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 35 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 36 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 37 | 20.785 | | | |
| GARAJE 4 | 17.321 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 38 | 20.785 | 2.1 | 97.640 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 39 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 40 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 41 | 20.785 | | | |
| ALUMBRADO PÚBLICO 2 | 14.500 | | | |
| GARAJE 5 | 17.321 | 2.2 | 183.601 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 42 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 43 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 44 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 45 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 46 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 47 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 48 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 49 | 20.785 | | | |

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 50 | 20.785 | 2.3 | 183.601 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 51 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 52 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 53 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 54 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 55 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 56 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 57 | 20.785 | | | |
| GARAJE 6 | 17.321 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 58 | 20.785 | 2.4 | 83.140 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 59 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 60 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 61 | 20.785 | | | |
| GARAJE 7 | 17.321 | 2.5 | 183.601 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 62 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 63 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 64 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 65 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 66 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 67 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 68 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 69 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 70 | 31.170 | 2.6 | 173.201 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 71 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 72 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 73 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 74 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 75 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 76 | 20.785 | | | |
| GARAJE 8 | 17.321 | | | |

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 77 | 20.785 | 2.7 | 112.640 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 78 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 79 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 80 | 20.785 | | | |
| ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR (EXISTENTE) | 15.000 | | | |
| ALUMBRADO PÚBLICO 3 | 14.500 | | | |
| GARAJE 9 | 17.321 | 2.8 | 183.601 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 81 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 82 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 83 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 84 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 85 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 86 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 87 | 20.785 | | | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 88 | 20.785 | | | |
| **POTENCIA ASIGNADA AL CT EXISTENTE** | **1.201,0 kW** | | **=>** | **606,3 kVA**** |
| **POTENCIA ASIGNADA AL CT-1 PROYECTADO** | **958,8 kW** | | **=>** | **531,6 kVA**** |
| **DEMANDA TOTAL DE POTENCIA *** | **2.159,9 kW** | | **=>** | **1.137,9 kVA**** |

(*) Incluye la potencia existente instalada correspondiente al Alumbrado Público exterior existente que parte del "CT SOMOSAGUAS SUR 21"

(**) Potencia en kVA para el transformador, justificado en el apartado 2 de Previsión de Potencia del Capítulo de Cálculos

# 7. RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

## 7.1. GENERALIDADES

La red de Media Tensión será una red subterránea entubada trifásica, de tensión 12/20 KV, empleándose conductores homologados por IBERDROLA tipo:

- HEPRZ1 12/20 KV de 3x (1x240) $mm^2$ Al

## 7.2. CABLE

Se utilizarán cables de aislamiento de dieléctrico seco, según norma de Iberdrola NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

| | |
|---|---|
| Conductor: | Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022. |
| Pantalla sobre el conductor: | Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión. |
| Aislamiento: | Etileno propileno (HEPR). |
| Pantalla sobre el aislamiento: | Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre. |
| Cubierta: | Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes. |
| Tipo seleccionado: | El reseñado en la Tabla 2. |

Los tipos normalizados de cable y las características esenciales se muestran a continuación en la Tabla 2 [1]. Los conductores empleados se marcan en negrita, y su elección quedará justificada en el Capítulo de Cálculos.

**Tabla 2**

| TIPOS CONSTRUCTIVOS | TENSIÓN NOMINAL kV | SECCIÓN CONDUCTOR mm² | SECCIÓN PANTALLA mm² | S U M I N I S T R O | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Longitud normalizada ± 5% m | Tipo bobina |
| HEPRZ1 | 12/20 | 150 | 16 | 1000 | 20 |
| | | **240** | **16** | **1000** | **22** |
| | | 400 | 16 | 1000 | 22 |
| | 18/30 | 150 | 25 | 1000 | 22 |
| | | 240 | 25 | 1000 | 22 |
| | | 400 | 25 | 1000 | 22 |

A continuación, en la Tabla 3, se muestran algunas características eléctricas importantes de los conductores para las diferentes secciones (resistencia a 105°C, reactancia a la frecuencia de 50 Hz y la capacidad), empleadas para la realización de cálculos justificativos incluidos en el Capítulo de Cálculos [2]. Los conductores empleados se marcan en negrita.

**Tabla 3**

| SECCIÓN mm² | TENSIÓN NOMINAL kV | RESISTENCIA MÁX. A 105ºC Ω /km | REACTANCIA POR FASE Ω /km | CAPACIDAD μ F/km |
|---|---|---|---|---|
| 150 | | 0,277 | 0,112 | 0,368 |
| **240** | **12/20** | **0,169** | **0,105** | **0,453** |
| 400 | | 0,107 | 0,098 | 0,536 |
| 150 | | 0,277 | 0,121 | 0,266 |
| 240 | 18/30 | 0,169 | 0,113 | 0,338 |
| 400 | | 0,107 | 0,106 | 0,401 |

Temperatura máxima en servicio permanente 105ºC

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

### 7.2.1. Intensidades admisibles

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente dependen en cada caso de la temperatura máxima que el aislante pueda soportar sin alteraciones en sus propiedades eléctricas, mecánicas o químicas.

Esta temperatura es función del tipo de aislamiento y del régimen de carga. Para cables sometidos a ciclos de carga, las intensidades máximas admisibles serán superiores a las correspondientes en servicio permanente.

Las temperaturas máximas admisibles de los conductores, en servicio permanente y en cortocircuito, para cada tipo de aislamiento, se especifican la Tabla 4.

**Tabla 4**
**Temperatura máxima, en ºC, asignada al conductor**

| TIPO AISLAMIENTO SECO | TIPO DE CONDICIONES | |
|---|---|---|
| | Servicio permanente | Cortocircuito t ≤ 5s |
| Etileno Propileno de alto módulo (HEPR) | 105 | >250 |

Las condiciones del tipo de instalaciones y la disposición de los conductores, influyen en las intensidades máximas admisibles. Los diferentes tipos de instalación, en función de la disposición de los conductores cuando la instalación es

subterránea son: enterrada directamente, o bajo tubo, y al aire (canalizaciones por galería). En nuestro caso la instalación de la línea de Media Tensión será enterrada bajo tubo, por lo que nos centraremos en este tipo de instalación y no detallaremos las condiciones del tipo de instalación al aire.

**Condiciones tipo de instalación enterrada:** A los efectos de determinar la intensidad admisible, se consideran las siguientes condiciones tipo:

- Para cables de aislamiento seco: Se instalará una terna de cables unipolares agrupados a triángulo directamente enterrados en toda su longitud en una zanja de 1 m de profundidad en terreno de resistividad térmica media de 1 K·m/W y temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25ºC.

En la Tabla 5 se indican las intensidades máximas permanentes admisibles en los cables para canalizaciones enterradas directamente. Los conductores empleados se marcan en negrita.

**Tabla 5**
**Intensidad máxima admisible, en amperios, en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco (HEPR)**

| TENSIÓN NOMINAL $U_0/U$ kV | SECCIÓN NOMINAL DE LOS CONDUCTORES mm² | INTENSIDAD 3 UNIPOLARES |
|---|---|---|
| **12/20** | 150<br>**240**<br>400 | 330<br>**435**<br>560 |
| 18/30 | 150<br>240<br>400 | 330<br>435<br>560 |

Estos valores de intensidad máxima admisible son los correspondientes para canalizaciones enterradas directamente, en nuestro caso, los conductores irán bajo tubo, por lo que habrá que aplicar un coeficiente de corrección para hallar la intensidad máxima admisible por los conductores en canalizaciones enterradas bajo tubo, según normativa de la compañía suministradora, que se muetra a continuación[3].

Cables enterrados en una zanja en el interior de tubos o similares. Para el caso de cables enterrados en una zanja en el interior de tubos, se recomienda instalar un cable tripolar o unipolar, por tubo. La relación de diámetros entre tubo y cable será, en general, igual o superior a 2, y en ningún caso será inferior a 1,5. No se emplearán tubos de material magnético en el caso de instalar 1 unipolar por tubo.

Cuando deba instalarse una terna en el mismo tubo, se considerará como diámetro del cable el diámetro aparente de la terna.

Se recomienda aplicar un coeficiente corrector de 0,8 en el caso de una línea con cable tripolar, o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo. Si se trata de una línea con tres cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un coeficiente corrector de 0,90.

### 7.2.2. Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores

En la Tabla 6 se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito. En el Capítulo de Cálculos se detalla el cálculo de la intensidad de cortocircuito, que deberá cumplir los valores indicados en la Tabla 6.

Estas intensidades se han calculado partiendo de la temperatura máxima de servicio de 105 ºC y como temperatura final la de cortocircuito > 250 ºC, tal como se indica en la Tabla 4. La diferencia entre ambas temperaturas es $\Delta\theta$. En el cálculo se ha considerado que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático). En estas condiciones:

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}}$$

En donde:

I = Corriente de cortocircuito, en amperios.

S = Sección del conductor, en mm².

K = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.

t = Duración del cortocircuito, en segundos.

Si se desea conocer la intensidad máxima de cortocircuito para un valor de t distinto de los tabulados, se aplica la fórmula anterior. K coincide con el valor de intensidad tabulado para t = 1s.

Si, por otro lado, interesa conocer la densidad de corriente de cortocircuito correspondiente a una temperatura inicial $\theta_i$ diferente a la máxima asignada al conductor para servicio permanente $\theta_s$, basta multiplicar el correspondiente valor de la tabla por el factor de corrección siguiente:

$$\sqrt{\frac{\mathrm{Ln}\left(\frac{(\theta_{cc}+\beta)}{(\theta_i+\beta)}\right)}{\mathrm{Ln}\left(\frac{(\theta_{cc}+\beta)}{(\theta_s+\beta)}\right)}}$$

**Tabla 6**
**Intensidad de cortocircuito admisible en los conductores, en kA, de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV**
**(Incremento de temperatura 160 θ en ºC)**

| TIPO DE AISLAMIENTO | SECCIÓN mm² | DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO, T EN S | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| HEPR | 150 | 44,7 | 31,6 | 25,8 | 19,9 | 14,1 | 11,5 | 9,9 | 8,8 | 8,1 |
| | **240** | **71,5** | **50,6** | **41,2** | **31,9** | **22,5** | **18,4** | **15,8** | **14,1** | **12,9** |
| | 400 | 119,2 | 84,4 | 68,8 | 53,2 | 37,61 | 30,8 | 26,4 | 23,6 | 21,6 |

### 7.2.3. Intensidades de cortocircuitos admisibles en las pantallas

En la Tabla 7 se indican, a título orientativo, las intensidades admisibles en las pantallas metálicas, en función del tiempo de duración del cortocircuito.

Esta tabla corresponde a un proyecto de cable con las siguientes características:

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductora exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1).
- Temperatura inicial pantalla: 70ºC.
- Temperatura final pantalla: 180ºC.

**Tabla 7**
**Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en A**

| SECCIÓN PANTALLA mm² | DURACIÓN DEL CORTOCIRCUITO,T EN S | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| **16** | **7.750** | **5.640** | **4.705** | **3.775** | **2.845** | **2.440** | **2.200** | **2.035** | **1.920** |
| 25 | 11.965 | 8.690 | 7.245 | 5.795 | 4.350 | 3.715 | 3.340 | 3.090 | 2.900 |

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la norma UNE 21-193, aplicando el método indicado en la norma UNE 21-192.

## 7.3. ACCESORIOS

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el Manual Técnico de Iberdrola correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

**Empalmes:**

En los empalmes se mantendrá la continuidad de la pantalla metálica, por medio de conexiones adecuadas que garanticen la perfecta conexión eléctrica, así como el apantallamiento total del empalme. Estas conexiones deberán soportar corrientes de cortocircuito no inferiores a las específicas para las pantallas de los cables que forman el empalme.

Los empalmes serán confeccionados de tal forma, que estén contenidos en una sola envolvente, una por fase, quedando todas las conexiones en el interior.

**Terminal enchufable:**

Los terminales enchufables se acoplarán a los transformadores de distribución o a las funciones de protección o de línea de las celdas prefabricadas con dieléctrico SF6, a través de las superficies de acoplamiento indicadas en las normas UNE EN 50 180 y UNE EN 50 181, respectivamente. Todos los terminales enchufables son apantallados.

Las intensidades asignadas de los terminales enchufables son 250 A, 400 A y 630 A, que serán las intensidades admisibles del correspondiente pasatapas, según la norma NI 72.83.00.

## 7.4. CANALIZACIONES

En el presente proyecto se realizarán canalizaciones entubadas en todo su trazado por lo que se deberá cumplir las siguientes especificaciones:

### 7.4.1. Canalización entubada

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos de 160 mm ∅ aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Los tubos para cables eléctricos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos, dejando siempre en el nivel superior el tubo para los cables de control.

En el apartado de planos, se muestra la disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0.10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, para este rellenado se utilizará todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

### 7.4.2. Condiciones generales para cruzamientos y paralelismos

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm ∅ aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más, destinado a este fin. Se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo (véase en el Capítulo de Planos).

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de hormigón HM-125, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón HM-125 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior o marcado sobre el propio tubo, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este rellenado se utilizará hormigón HM-12,5, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de HM-125 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

**Cruzamientos**. A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

- Con calles, caminos y carreteras: En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 8.4.2 para canalizaciones entubadas. Los tubos irán a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial.
  El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varias líneas, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.
- Con otras conducciones de energía eléctrica: La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1 m.
- Con cables de telecomunicación: La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1m.
- Con canalizaciones de agua: Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placa separadora constituidos por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1m del punto de cruce.
- Con canalizaciones de gas: En los cruces de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 8. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la Tabla 8. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

**Tabla 8**

| | PRESIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GAS | DISTANCIA MÍNIMA SIN PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA | DISTANCIA MÍNIMA CON PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA |
|---|---|---|---|
| Canalizaciones y acometidas | En alta presión >4 bar | 0,40 m | 0,25 m |
| | En media y baja presión ≤4 bar | 0,40 m | 0,25 m |
| Acometida interior* | En alta presión >4 bar | 0,40 m | 0,25 m |
| | En media y baja presión ≤4 bar | 0,20 m | 0,10 m |

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura 2 adjunta.

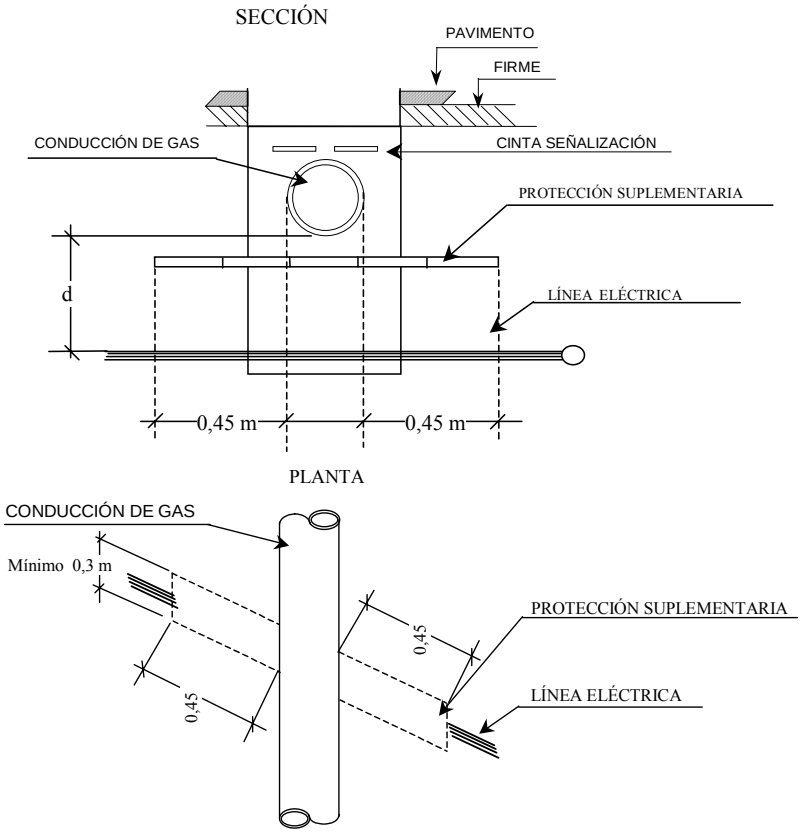



**Figura 2. Protección Suplementaria**

- Con conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.

**Paralelismos**. Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

- Con otros conductores de energía eléctrica: Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.
- Con canalizaciones de agua: La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

  Se procurará mantener una distancia mínima de 0,25 m en proyección horizontal y, también, que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

  Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de alta tensión.
- Con canalizaciones de gas: En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 9. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante la colocación de una protección suplementaria hasta las distancias mínimas establecidas en la Tabla 9. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillo, etc.).

**Tabla 9**

| | PRESIÓN DE LA INSTALACIÓN DE GAS | DISTANCIA MÍNIMA (D) SIN PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA | DISTANCIA MÍNIMA (D´) CON PROTECCIÓN SUPLEMENTARIA |
|---|---|---|---|
| Canalizaciones y acometidas | En alta presión >4 bar | 0,40 m | 0,25 m |
| | En media y baja presión ≤4 bar | 0,25 m | 0,15 m |
| Acometida interior* | En alta presión >4 bar | 0,40 m | 0,25 m |
| | En media y baja presión ≤4 bar | 0,20 m | 0,10 m |

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta), y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

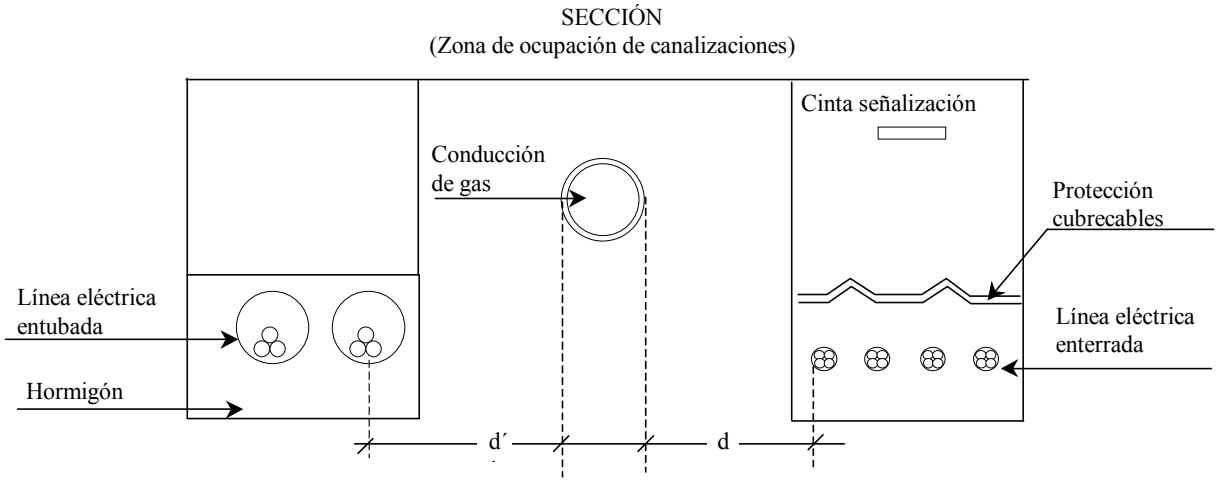



**Figura 3. Paralelismos con canalizaciones de gas**

- La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

- Con conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.

## 7.5. DERIVACIONES

No se admitirán derivaciones en T y en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

## 7.6. PUESTA A TIERRA

### 7.6.1. Puesta a tierra de cubiertas metálicas

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

### 7.6.2. Pantallas

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos.

## 7.7. PROTECCIONES

### 7.7.1. Protecciones contra sobreintensidades

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos de

protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

### 7.7.2. Protección contra sobreintensidades de cortocircuito

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe el cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la Norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades e cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

## 8. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO

### 8.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Para el suministro eléctrico de la Urbanización “La Finca”, se proyecta un Centro de Transformación de compañía cuya ubicación queda reflejada en el Capítulo de Planos.

### 8.1.1. Centro de Transformación proyectado “CT-1”

Para el suministro eléctrico de la de la Urbanización “La Finca”, se proyecta un Centro de Transformación de compañía, denominado “CT-1”, cuya ubicación queda reflejada en el Capítulo de Planos.

El Centro de Transformación de compañía proyectado “CT-1” será un edificio prefabricado de hormigón para instalación subterránea, de estructura monobloque y ventilación horizontal, tipo PFS-H-62-1T de la marca Ormazabal. Este Centro de Transformación tendrá espacio suficiente para incluir los elementos necesarios para hacerlo telemandable, incluyendo la instalación de celdas preparadas para ser telemandables, ya que se prevee que en un futuro se necesite controlar el Centro de Transformación por telemando. También incluirá espacio para una celda de reserva, para el caso de futuras ampliaciones. Dentro del edificio se instalarán debidamente montados y conexionados los siguientes elementos:

- 2 Celdas de Línea, con corte y aislamiento en SF6.
- 1 Celda de Protección de transformador con ruptofusibles, con corte y aislamiento en SF6.
- 1 Espacio para una Celda de Reserva.
- 1 Transformador de potencia de 630 kVA y tensiones 20kV/B2.
- 1 Cuadro de Baja Tensión de 6+2 salidas protegidas con fusible (tipo CBT-EAS-1000-6).
- Elementos de seguridad para realizar las maniobras.
- Alumbrado normal y de emergencia.
- Puesta a tierra interiores y exteriores de herrajes y neutro.
- El Centro de Transformación proyectado tendrá espacio suficiente para incluir los elementos necesarios para hacerlo telemandable.

## 8.2. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

**Obra civil**

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

**Características de los materiales**

Edificio de Transformación: *PFS-H-62-1T*

- *Descripción*

Los Centros de Transformación PFS-H-62-1T, subterráneos y de maniobra interior, constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos desde la aparamenta de MT hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos Centros de Transformación es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.

- *Envolvente*

Los edificios prefabricados de hormigón PFS-H-62-1T están formados por dos piezas principales: una que aglutina la base y las paredes laterales, y otra que forma la cubierta.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente respecto de la tierra de la envolvente.

La cubierta está formada por una pieza de hormigón, en la que se encuentran las rejillas de ventilación, la tapa para acceso de personas, la tapa del transformador y la tapa de materiales (celdas). Todas las tapas disponen de insertos roscados para su manipulación.

En el hueco para el transformador, se dispone de una "Meseta de Transformador", que ha sido diseñada para distribuir homogéneamente el peso del transformador en la placa base, y para recoger un derrame eventual del líquido refrigerante del transformador.

En la parte superior de las paredes laterales menores se sitúan los orificios de paso de los cables de MT. Los orificios de paso de los cables de BT se encuentran en las paredes laterales mayores.

- *Placa piso*

Sobre la placa base, y a una altura de unos 500 mm, se sitúa la placa piso, que se sustenta en algunos apoyos sobre la placa base, y en el interior de las paredes laterales, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- *Accesos*

El acceso de personas se realiza por una tapa equilibrada que permite la apertura por un solo operario y que al abrirse despliega una protección perimetral formada por una malla metálica. El descenso al Centro de Transformación se realiza por una escalera con un ángulo de inclinación inferior a 68 º.

El acceso al transformador se realiza por la tapa correspondiente. Dentro del centro, el transformador queda separado del resto por su correspondiente malla metálica.

A través de la tapa de materiales se pueden introducir al Centro de Transformación las celdas y cuadros de BT.

- *Ventilación*

Las rejillas de ventilación para entrada y salida del aire están colocadas horizontalmente en el PFS-H-62-1T, con dos rejillas de entrada y una de salida de aire.

- *Acabados*

Las paredes laterales (subterráneas) están impermeabilizadas exteriormente e interiormente pintadas de color blanco. El acabado de la cubierta se adapta al entorno y su acabado puede hacerse bien en fábrica o en obra mediante grava, baldosa, etc. Las rejillas se pintan de color negro en los PFS-H-62-1T.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- *Calidad*

La instalación de la aparamenta eléctrica del PFS-H-62-1T se realiza íntegramente en fábrica asegurando así la calidad del montaje y han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303A.

- *Alumbrado*

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- *Varios*

El PFS-H-62-1T ha sido diseñado para admitir la sobrecarga debida el paso ocasional de vehículos en aceras y garajes; carga uniformemente repartida de 400 kg/m², más una carga puntual de 6.000 kg (rueda de vehículo), sobre una superficie de 0,3 x 0,3 $m^2$.

- *Cimentación*

Para la ubicación del Centro de Transformación PFS-H-62-1T es necesaria una excavación, cuyas dimensiones mínimas serán 7,78x 3,68x 3,04 m, sobre cuyo fondo se extiende una base de hormigón de unos 200 mm de espesor con malla de acero y una capa de arena compactada y nivelada de unos 50 mm de espesor.

- *Características detalladas*

- Nº de transformadores: ..... 1
- Nº de celdas de reserva: ..... 1
- Puertas de acceso peatón:..... 1 puerta
- Tensión nominal:..... 24 kV

- *Dimensiones exteriores*

  - Longitud:..... 7650 mm
  - Anchura:..... 2460 mm
  - Altura:..... 2790 mm
  - Altura vista:.....0mm

- *Dimensiones de la excavación (orientativas, en función de las características del terreno)*

  - Longitud:.....7780 mm + talud natural
  - Fondo:.....3680 mm + talud natural
  - Profundidad:..... 3090 mm

- *Aparamenta*

La aparamenta de los Centros integrales deberá cumplir con los requisitos especificados en la norma UNE EN 60694 ”Estipulaciones comunes para la norma de aparamenta de alta tensión” y estará definida en la norma NI 50.40.04 “Envolventes prefabricados para centros de transformación subterráneos”.

## 8.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

### 8.3.1. Características de la red de alimentación:

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

### 8.3.2. Celdas modulares de línea y protección para el Centro de Transformación proyectado: CGM

**Características generales de las celdas modulares CGM:**

Las celdas CGM empleadas forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan utilizando elementos de unión, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.).

**Las partes que componen estas celdas son:**

- *Base y frente*

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan que sea indeformable y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso, y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

- *Cuba*

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,3 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba

permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- *Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra*

El interruptor disponible en el sistema CGM tiene tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- *Mando*

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- *Fusibles (Celda CMP-F)*

En las celdas CMP-F, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- *Conexión de cables*

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- *Enclavamientos*

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGM es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- *Características eléctricas*

Las características generales de las celdas modulares CGM son las siguientes:

- Tensión nominal..... 24 kV
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min)
    - a tierra y entre fases..... 50 kV
    - a la distancia de seccionamiento..... 60 kV
  - Impulso tipo rayo
    - a tierra y entre fases..... 125 kV
    - a la distancia de seccionamiento..... 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

**Características detalladas de las Celdas de Línea modulares CGM: CML-24**

La celda CGMcosmos-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- *Características eléctricas*:

- Tensión asignada: ..... 24 kV
- Intensidad asignada:..... 400/630 A
- Intensidad de corta duración (1 ó 3 s): ..... 16/20 kA
- Nivel de aislamiento:
  - Frecuencia industrial (1 min)
    - a tierra y entre fases..... 50 kV
    - a la distancia de seccionamiento..... 60 kV
  - Impulso tipo rayo
    - a tierra y entre fases (cresta):..... 125 kV
    - a la distancia de seccionamiento (cresta):..... 145 kV
- Capacidad de cierre (cresta):..... 40/50 kA
- Capacidad de corte
  - Corriente principalmente activa:..... 400/630 A
  - Corriente capacitiva:..... 31,5 A
  - Corriente inductiva:..... 16 A
  - Falta a tierra $I_{CE}$:..... 63 A
  - Falta a tierra $\sqrt{3}\ I_{CL}$:..... 31,5 A

- *Características físicas*:

- Ancho: ..... 370 mm
- Fondo: ..... 850 mm
- Alto:..... 1800 mm
- Peso: ..... 135 kg

**Características detalladas de las Celdas de Protección modulares CGM: CMP-F-24**

La celda CMP-F de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico, con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor- seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta de tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- *Características eléctricas*:

  - Tensión asignada: ..... 24 kV
  - Intensidad asignada en el embarrado: ..... 400/630 A
  - Intensidad asignada en la derivación: ..... 200 A
  - Intensidad fusibles: ..... 3x40 A
  - Intensidad de corta duración embarrado superior (1 ó 3 s): ..... 16/20 kA
  - Nivel de aislamiento
    - Frecuencia industrial (1 min)
      - a tierra y entre fases ..... 50 kV
      - a la distancia de seccionamiento ..... 60 kV
    - Impulso tipo rayo
      - a tierra y entre fases (cresta): ..... 125 kV
      - a la distancia de seccionamiento (cresta): ..... 145 kV
  - Capacidad de cierre (cresta antes-después de fusibles): ..... 2,5 kA
  - Capacidad de corte
    - Corriente principalmente activa: ..... 400/630 A
    - Corriente capacitiva: ..... 31,5 A
    - Corriente inductiva: ..... 16 A
    - Falta a tierra $I_{CE}$: ..... 63 A
    - Falta a tierra $\sqrt{3}\ I_{CL}$: ..... 31,5 A
  - Capacidad de ruptura combinación interruptor-fusibles: ..... 20 kA
  - Corriente de transferencia (UNE-EN 60420): ..... 600 A

- *Características físicas:*

  - Ancho: ..... 480 mm
  - Fondo: ..... 850 mm
  - Alto: ..... 1800 mm
  - Peso: ..... 200 kg

### 8.3.3. Transformador

Cumplirá con las normas generales establecidas por IBERDROLA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., siendo de las siguientes características:

**Transformador de 630 kVA:**

- Potencia nominal: ..... 630 kVA
- Tensión nominal primaria: ..... 20 KV
- Regulación en el primario: ..... +2,5%+5%+7,5%+10%
- Tensión nominal secundaria en vacío: ..... 420 V
- Tensión de cortocircuito: ..... 4 %
- Grupo de conexión: ..... Dyn11

- Refrigeración:..... Aceite
- Volumen de dieléctrico:.....395 litros
- Frecuencia: .....50 Hz

### 8.3.4. Cuadros modulares de B.T.

Para el Centro de Transformación CT-1 proyectado se instalará un cuadro con 6+2 salidas (tipo CBT-EAS-1000-6). El cuadro estará formado por envolvente según norma UNE EN 10 142, con un grado de protección IP-20.

El cuadro de BT podrá no incorporar maxímetro amperímetro, ya que el control de la carga de los transformadores se realizará periódicamente mediante la medición de las citadas cargas en el centro de transformación.

### 8.3.5. Fusibles limitadores de A.T.

Los fusibles limitadores instalados en las celdas de alta tensión deben ser de los denominados “Fusibles Fríos” y sus características técnicas están recogidas en la Norma particular de la compañía suministradora NI 75.06.31 “Fusibles limitadores de corriente asociados para la alta tensión hasta 36 kV” (Cartuchos fusibles).

Para el caso del transformador a instalar, de 630kVA, con tensión nominal de red de 20kV, elegimos el fusible de 63A según marca la normativa.

### 8.3.6. Características del material vario de A.T. y B.T.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

**- Interconexiones de Alta Tensión: Puentes A.T. Celda - Transformador**

La conexión eléctrica entre la celda de alta y el transformador de potencia se realizará con cable unipolar seco de 50 $mm^2$ de sección y del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión asignada del cable de 12/20 kV para tensiones asignadas de hasta 24 kV.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales enchufables rectos o acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV / 200 A para CT de hasta 24 kV.

**- Interconexiones de Baja Tensión: Puentes B.T. Transformador - Cuadro B.T.**

La conexión eléctrica entre el trafo de potencia y el cuadro de Baja Tensión se debe realizar con cable unipolar de 240 $mm^2$ de sección, con conductor de aluminio tipo RV y de 0,6/1 kV, especificados en la norma NI 56.31.21 "Cables unipolares RV con conductores de aluminio para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV".

El número de cables será siempre de 3 para cada fase y 2 para el neutro.

Estos cables dispondrán en sus extremos de terminales bimetálicos tipo TBI-M12/240, especificados en la Norma NI 58.20.71 "Piezas de conexión para cables subterráneos de baja tensión.Características generales".

En los centros colindantes a través de sus muros, con vecinos que utilicen o puedan utilizar equipos sensibles a las perturbaciones originadas por los campos electromagnéticos (CM), se deberá realizar el tendido de los cables de BT desde el interior del centro hacia el exterior, por los paramentos lo más alejados posibles a dichos vecinos.

**- Defensa del transformador:**

La defensa del transformador se realizará por medio de una protección física del transformador metálica.

**- Equipo de iluminación:**

La iluminación del edificio de transformación estará formada por:

- Un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.
- Un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

## 8.4. VENTILACIÓN

Para la ventilación del Centro de Transformación se ha previsto el sistema de ventilación natural por medio de huecos protegidos con rejillas adecuadas que comunicas directamente con la exterior, con la disposición y dimensiones que figuran en planos, para entrada y aire frío y de aire caliente.

Estas rejillas se constituirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas. Están formadas por las lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el centro de reparto, e interiormente se complementa con una rejilla con malla mosquitera.

## 8.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS

**Alumbrado**

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT. El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

**Medidas de seguridad**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de M.T. y B.T. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

- El Centro de Transformación dispondrá de banqueta aislante y guantes de goma para la correcta ejecución de las maniobras y placa de instrucciones para primeros auxilios. La banqueta aislante está recogida en la NI 29.44.08 "Banqueta aislante para maniobra". Los guantes de goma están recogidos en la NI 29.20.11 "Guantes aislantes de la electricidad".

## 8.6. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

De acuerdo con la instrucción MIE-RAT 14 (apartado 41), se deberán cumplir las disposiciones reguladoras de la protección contra incendio en los establecimientos industriales en lo que respecta a las características de los materiales de construcción, resistencia al fuego de las estructuras, compartimentación, evacuación y en particular sobre aquellos aspectos que no hayan sido recogidos en la MIE-RAT 14 y afecten a la edificación.

Además y con carácter específico se adoptarán las medidas siguientes:

A) Instalación de dispositivos de recogida del aceite en fosos colectores.

Se dispondrá de un foso de recogida de aceite con revestimiento resistente y estanco para cada transformador, teniendo en cuenta en su diseño y dimensionado el volumen de aceite que pueda recibir (600 litros). Por otro lado, se instalará una rejilla cortafuego con canto rodado en cada una de las arquetas de recogida de aceite.

B) Sistemas de extinción

B.1) Extintores móviles:

Debido a la existencia de un personal itinerante de mantenimiento con la misión de vigilancia y control de las instalaciones de la compañía, no será preciso instalar un extintor móvil, sin embargo este personaje itinerante deberá llevar, como mínimo, sus vehículos dos extintores de eficacia 89 B.

B.2) Sistemas fijos.

No será necesaria la instalación de un sistema fijo de extinción de incendios según la instrucción MIE-RAT 14

## 8.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra (PaT) del Centro de Transformación se realizará cumpliendo la normativa de la compañía suministradora referente a los Centro de Transformación Prefabricados Subterráneos (MT 2.11.02) y en particular la normativa de Criterios de Diseño de Puesta a Tierra de los Centros de Transformación (MTDYC 2.11.30) y Criterios de Ejecución de Puesta a Tierra de los Centros de Transformación (MTDYC 2.11.31).

Las prescripciones que deben cumplir las instalaciones de PaT (tensión de paso y tensión de contacto) vienen reflejadas en el Apartado 1 "Prescripciones Generales de Seguridad" del MIE-RAT 13 (Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación).

Los valores de los coeficientes de tensiones de paso y contacto ($K_r$, $K_c$, $K_p$) están recogidos y desarrollados en el documento referenciado como DIE-0723, elaborado por el Dpto. de Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Valladolid (E.T.S. de Ingenieros Industriales).

### 8.7.1. Sistemas de Puesta a Tierra

Hay que distinguir entre la línea de tierra de la PaT de Protección y la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro).

A la línea de tierra de PaT de Protección se deberán conectar los siguientes elementos:

- Cuba del transformador.
- Envolvente metálica del cuadro de Baja Tensión.
- Celda de Alta Tensión (en dos puntos).
- Pantalla del cable HEPRZ1, extremos conexión celda y ambos extremos en conexión transformador.

A la línea de tierra de PaT de Servicio (neutro), se le conectará a la pletina de salida del neutro del cuadro de Baja Tensión.

Las PaT de Protección y Servicio (neutro) se establecerán separadas, salvo cuando el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1.000 V, en cuyo caso se establecen tierras unidas.

### 8.7.2. Formas de los Electrodos

El electrodo de PaT estará formado por uno o dos bucles, con o sin picas, enterrados horizontalmente alrededor del Centro de Transformación Prefabricado Subterráneo.

### 8.7.3. Materiales a Utilizar

Las instalaciones de PaT están constituidas por un electrodo enterrado y por las líneas de tierra que conecten dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

#### 8.7.3.1. Línea de Tierra

Es el conductor o conjunto de conductores que une el electrodo de tierra con una parte de la instalación que se haya de poner a tierra, siempre y cuando los conductores estén fuera del terreno o colocados en él pero aislados del mismo.

En los Centros de Transformación prefabricados subterráneos hay que distinguir entre la línea de tierra de la PaT de protección y la línea de tierra de la PaT de servicio.

- Línea de tierra de la PaT de Protección

  Se empleará cable de cobre desnudo de 50 mm² de sección, según NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión".

- Línea de tierra de la PaT de Servicio

  Se empleará cable de cobre aislado de 50 mm² de sección tipo DN 0,6/1 kV, según NI 56.31.71 "Cable unipolar DN-RA con conductor de cobre para redes subterráneas de baja tensión 0,6/1 kV.

Cuando la PaT de protección y servicio (de neutro) hayan de establecerse separadas, el aislamiento de la línea de tierra de la PaT de neutro soportará una tensión de ensayo de 4000 V durante 1 minuto a frecuencia industrial. Además de satisfacer este requisito, deberá reforzarse en las zonas que en su recorrido resulten próximas a la línea de tierra, y además en su cruce con el electrodo de PaT deberán estar separadas una distancia mínima de 40 cm. El refuerzo de aislamiento del conductor deberá garantizar que soporta, durante 1 minuto, a frecuencia industrial una tensión de ensayo igual al producto de la intensidad de PaT por la resistencia de la PaT de protección. En general esta tensión de ensayo será, como mínimo, de 10000 V.

#### 8.7.3.2. Electrodo de Puesta a Tierra

Dada la alta resistencia a la corrosión, frente a ataques de tipo químico, biológico (anaerobio), oxidación, formación de pares electrolíticos entre metales diferentes o entre un metal y los productos de su alteración, electrólisis, corriente de

circulación en el terreno (vagabundas), etc. que deben de soportar los metales utilizados como electrodos de PaT, así como de la dificultad de conocer a priori la agresividad del terreno, mostrada en el apartado 4.2 de la MT 2.11.30 "Criterios de diseño de puesta a tierra de los centros de transformación", y después de analizados los precios de ejecución de la mano de obra para los distintos materiales, se hace sistemático el empleo de conductor de cobre.

Con el empleo de cobre, hay que tener presente los inconvenientes resultantes de la formación de pares electrolíticos cobre-hierro o cobre-plomo con las estructuras metálicas en contacto con el suelo, cables bajo cubierta de plomo, depósitos de otras instalaciones cercanas, etc. que serán objeto de corrosión por parte del electrodo de Puesta a Tierra instalado, en cuyo caso deberán ser protegidas con ánodos de sacrificio.

- Bucle

  Las secciones de los metales utilizados para la construcción de bucles serán de conductor de cobre, de 50 mm², según NI 54.10.01 "Conductores desnudos de cobre para líneas eléctricas aéreas y subestaciones de alta tensión".

- Picas

  En lo referente al empleo de picas, éstas han de presentar una resistencia mecánica adecuada para permitir el hincado por percusión, incluso en terrenos de penetración difícil.

  Deberán emplearse picas cilíndricas de acero-cobre del tipo PL 14-2000 según NI 50.26.01 "Picas cilíndricas de acero cobre", nunca de hierro.

  En casos excepcionales, podrán emplearse electrodos especiales de acondicionamiento del terreno.

#### 8.7.3.3. Selección del material de las piezas de conexión

Las conexiones, cuando sean enterradas, se efectuarán empleando los elementos que a continuación se indican:

- Conductor - Conductor

  Grapa de latón con tornillo de acero inoxidable, tipo CGP/C16, según NI 58.26.04 "Herrajes y accesorios para líneas aéreas de A.T. Grapas de conexión paralela y sencilla", que deberán encintarse.

- Conductor - Pica

  Grapa de conexión para pica cilíndrica de acero-cobre, tipo GC-P14,6/C50, según NI 58.26.03 "Grapas de conexión para picas cilíndricas de acero-cobre".

En los conductores de PaT se dispondrá una pletina para cable de 50 $mm^2$ de sección en la conexión entre los distintos elementos que deben ponerse a tierra y estos conductores, efectuándose dicha conexión mediante un tornillo de acero galvanizado con tuerca y arandela.

#### 8.7.3.4. Sistema de acera perimetral (CH)

Cuando con la utilización de un electrodo normalizado, la tensión de paso y contacto resultante sea superior a la tensión de paso y contacto admisible por el ser humano, es preciso recurrir al empleo de medidas adicionales de seguridad (denominadas CH), cuyo objetivo es garantizar que la tensión de paso y contacto admisible sea superior a las resultantes.

El CH es una capa de hormigón seco ($\rho_h$ = 3000 Ω·m) que se colocará como perimetral en todo el contorno del Centro de Transformación con una anchura de 1,50 metros y un espesor de 10 centímetros.

### 8.7.4. Ejecución de la Puestas a Tierra

Para acometer la tarea de seleccionar el electrodo de PaT es necesario el conocimiento del valor numérico de la resistividad del terreno, pues de ella dependerán tanto la resistencia de difusión a tierra como la distribución de potenciales en el terreno, y como consecuencia las tensiones de paso y contacto resultante en la instalación.

La realización e interpretación de las mediciones de la resistividad del terreno se especifican en el MT 2.03.10 "Realización e interpretación de puestas a tierra de los apoyos de líneas aéreas y de los centros de transformación". En dicho Manual Técnico de la compañía suministradora se recoge el protocolo de medidas de resistividad del terreno.

Según la normativa de la compañía suministradora, en la que se contemplan los distintos tipos de instalaciones, acompañando para cada una de éstas las configuraciones de electrodos normalizados que satisfacen los requisitos establecidos en el MTDYC 2.11.30 “Criterios de Diseño de Puestas a Tierra de los Centros de Transformación”, para un Centro de Transformación Subterráneo, tipo EPS, se proponen cinco configuraciones de electrodos, con las siguientes particularidades:

- Se contempla la utilización, como medida adicional de seguridad, de una capa de hormigón seco de resistividad superficial 3000 Ω·m.
- El tiempo máximo de eliminación del defecto se establece en 0,5 segundos para intensidades de puesta a tierra menores de 100 A y en 0,2 segundos para intensidades de puesta a tierra iguales o mayores de 100 A.

La denominación de los electrodos normalizados para Centros de Transformación Prefabricados Subterráneos es la siguiente:

**Tabla 10**
**Electrodos normalizados para Centros de Transformación Prefabricados Subterráneos**

| | |
|---|---|
| **EPS-1BMP0** | Electrodo de bucle de 8 x 4,5 m a 0,5 m de profundidad. |
| **EPS-1BMP4** | Electrodo de bucle de 8 x 4,5 m a 0,5 m de profundidad y 4 electrodos de pica de 2 m de longitud en las esquinas del bucle, con la cabeza enterrada a 0,5 m de profundidad. |
| **EPS-1BMP6** | Electrodo de bucle de 8 x 4,5 m a 0,5 m de profundidad y 6 electrodos de pica de 2 m de longitud en las esquinas y en la mitad del lado mayor del bucle, con la cabeza enterrada a 0,5 m de profundidad. |
| **EPS-2BMP4** | Un electrodo de bucle de 8 x 4,5 m a 0,5 m de profundidad, un electrodo de bucle de 9 x 5,5 m a 0,5 m de profundidad y 4 electrodos de pica de 2 m de longitud en las esquinas del bucle externo, con la cabeza enterrada a 0,5 m de profundidad. |
| **EPS-2BMP8** | Un electrodo de bucle de 8 x 4,5 m a 0,5 m de profundidad, un electrodo de bucle de 9 x 5,5 m a 0,5 m de profundidad y 8 electrodos de pica de 2 m de longitud regularmente espaciadas en el bucle externo, con la cabeza enterrada a 0,5 m de profundidad. |

El electrodo a utilizar, en función de la resistividad del terreno y de la intensidad de PaT, viene recogido en la Tabla 11. En nuestro caso, la resistividad del terreno donde se instalará el Centro de Transformación es de 150 Ω·m, y la compañía suministradora establece el valor de la Intensidad máxima de defecto de 400 A. Por lo que con estos datos obtenemos el electrodo a utilizar **"EPS-1BMP6 + CH"**, tal como se indica sombreado en la siguiente Tabla 11, y cuyas características se han indicado en la anterior Tabla 10.

**Tabla 11**
**Electrodos normalizados para Centros de Transformación Prefabricados Subterráneos**

<table>
<tr><th>$I_{pat}$ (A)<br>Rango $\rho_{eq}$ (Ω·m)</th><th>≤ 100</th><th>≤ 250</th><th>≤ 500</th><th>≤ 750</th><th>≤ 1000</th><th>$R_d$(Ω)</th></tr>
<tr><td>Menor de 5</td><td colspan="5" rowspan="2">EPS-1BMP0</td><td>0,45</td></tr>
<tr><td>Entre 5 y 10</td><td>0,89</td></tr>
<tr><td>Entre 10 y 50</td><td colspan="5" rowspan="2">EPS-1BMP0 + CH</td><td>4,46</td></tr>
<tr><td>Entre 50 y 100</td><td>EPS-1BMP4 + CH</td><td>EPS-1BMP6 + CH</td><td>8,93 / 6,92 / 6,55</td></tr>
<tr><td>Entre 100 y 200</td><td colspan="2"></td><td>EPS-1BMP6 + CH</td><td>EPS-2BMP8 + CH</td><td></td><td>17,85 / 13,1 / 10,64</td></tr>
<tr><td>Entre 200 y 300</td><td>EPS-1BMP4 + CH</td><td colspan="2">EPS-2BMP8 + CH</td><td colspan="2" rowspan="3">(1)</td><td>20,75 / 15,97</td></tr>
<tr><td>Entre 300 y 500</td><td>EPS-2BMP4 + CH</td><td colspan="2"></td><td>28,18</td></tr>
<tr><td>Entre 500 y 800</td><td colspan="4" rowspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>Entre 800 y 1000</td><td></td></tr>
</table>

$R_d$: Resistencia de difusión a tierra

CH: Capa de Hormigón seco ($\rho_h$ = 3000 Ω·m)

(1): Situaciones a estudiar en cada caso

### 8.7.4.1. Disposición de las PaT de servicio y protección

En la Tabla 12, se indican las situaciones en las que los electrodos de las PaT de protección y servicio van unidas (en el caso que el potencial absoluto del electrodo adquiera un potencial menor o igual a 1000 V) y cuando separadas.

Se añade además la distancia de separación en metros, entre ambas puestas a tierra, cuando deban estar separadas. Y se ha marcado la distancia de separación en nuestro caso particular, con los valores correspondientes de resistividad e Intensidad indicados en el apartado anterior.

**Tabla 12**
**Distancia de separación en metros entre las PaT de protección y servicio en Centros de Transformación Prefabricados Subterráneos**

| $I_{pat}$ (A) / Rango $\rho_{eq}$ (Ω·m) | ≤ 100 | ≤ 250 | ≤ 500 | ≤ 750 | ≤ 1000 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Menor de 5** | UNIDAS | | | | |
| **Entre 5 y 10** | | | | | |
| **Entre 10 y 50** | | 6 | 9,6 | 11,4 | 13,2 |
| **Entre 50 y 100** | | 9,6 | 13,2 | 18,6 | 22,2 |
| **Entre 100 y 200** | 6 | 13,2 | **22,2** | 32,2 | |
| **Entre 200 y 300** | 9,6 | 18,6 | 32,2 | | |
| **Entre 300 y 500** | 13,0 | 26,4 | | | |
| **Entre 500 y 800** | | | | | |
| **Entre 800 y 1000** | | | | | |

### 8.7.5. Configuración de la Puesta a Tierra seleccionada

Se propone una configuración de electrodos que satisface los requisitos establecidos en el MTDYC 2.11.30 "Criterios de Diseño de PaT en los Centros de Transformación". La denominación del electrodo es la siguiente:

| | |
|---|---|
| **EPS-1BMP6** | Electrodo de bucle de 8 x 4,5 m a 0,5 m de profundidad y 6 electrodos de pica de 2 m de longitud en las esquinas y en la mitad del lado mayor del bucle, con la cabeza enterrada a 0,5 m de profundidad. |

En la figura 4 siguiente, se muestran las dimensiones del Centro de Transformación Prefabricado Subterráneo a instalar, así como la configuración del electrodo de Puesta a Tierra elegido, según las normas particulares de la compañía suministradora.

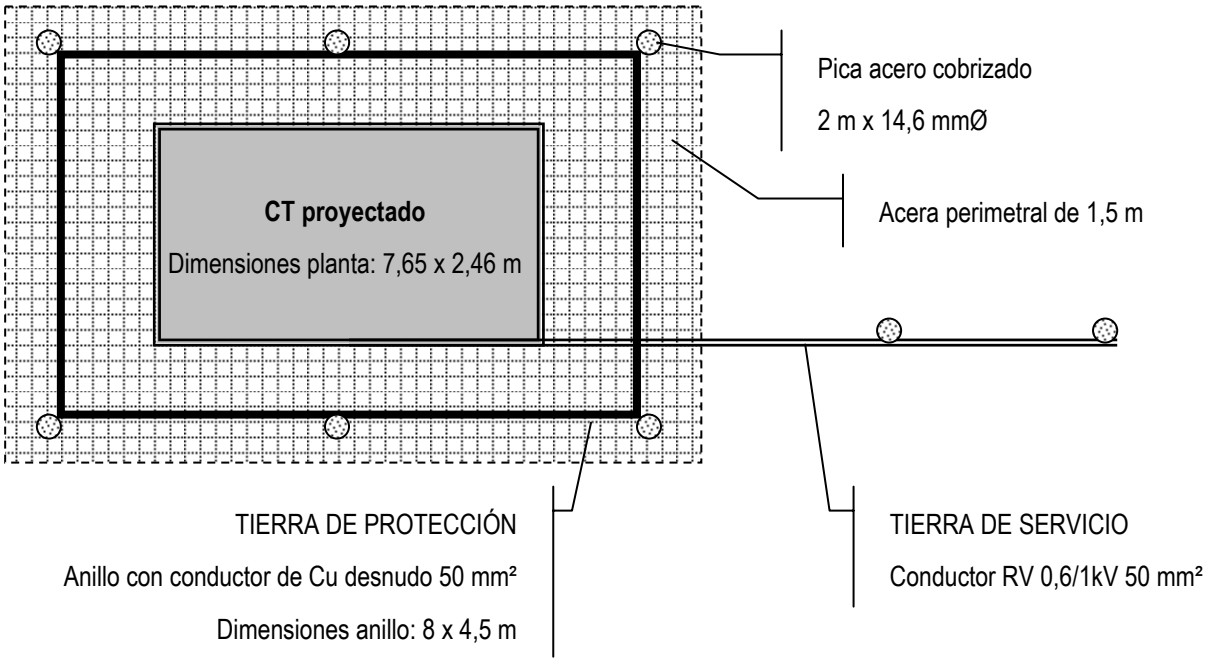



**Figura 4. Puesta a Tierra**

En la Tabla 13 se indica el potencial que debe soportar el aislamiento del cable de PaT de servicio en la zona de cruce con el electrodo de PaT de protección, y se muestra sombreado el correspondiente a nuestro caso particular.

**Tabla 13**
**Potencial en Voltios que debe soportar el aislamiento del cable de PaT de servicio en la zona de cruce con el electrodo de PaT de protección**

| Ipat (A) / rango $\rho_{eq}$ (ohm.m) | 100 | 250 | 500 | 750 | 1000 |
|---|---|---|---|---|---|
| menor de 5 | UNIDAS | | | | |
| entre 5 y 10 | | | | | |
| entre 10 y 50 | | 1113 | 2227 | 3340 | 4453 |
| entre 50 y 100 | | 2227 | 4453 | 6680 | 8907 |
| entre 100 y 200 | 1781 | 4453 | 8907 | 13360 | 17813 |
| entre 200 y 300 | 2672 | 6680 | 13360 | 20040 | 16720 |
| entre 300 y 500 | 4453 | 11133 | 22266 | 33400 | 44533 |
| entre 500 y 800 | 7125 | 17183 | 35626 | 53440 | 71253 |
| entre 800 y 1000 | 8907 | 22266 | 44533 | 66799 | 89066 |

# 9. RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

## 9.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La Red subterránea de Baja Tensión partirá del Centro de Transformación proyectado, objeto de este Proyecto, y del Centro de Transformación existente "CT SOMOSAGUAS SUR 21". Esta red alimentará los diferentes bloques de viviendas, garajes y demás servicios comunes de la Urbanización así como el centro de mando del alumbrado público exterior existente, y en su diseño se minimizará el número de líneas a instalar intentando que su recorrido sea de la menor longitud posible.

La tensión de suministro será de 400 / 230 V y la caída de tensión no sobrepasará el 5 % del valor nominal en el origen.

Se proyecta una Red de Baja Tensión (3 fases más neutro a 400/230 V) que discurrirá en canalización subterránea bajo tubo de 160 mm de diámetro con cables tipo:

- RV 0,6/1 kV Al de 3x(1x240) + 1x 150 mm²

Del Centro de Transformación "CT-1" proyectado, partirán 6 líneas de Baja Tensión proyectadas, siguiendo la trayectoria y distribución que aparece en el Capítulo de Planos.

Del Centro de Transformación "CT SOMOSAGUAS SUR 21" existente, partirán 8 líneas de Baja Tensión proyectadas, siguiendo la trayectoria y distribución que aparece en el Capítulo de Planos.

### 9.1.1. Tipo de cable

Se instalarán cables unipolares de aluminio con aislamiento seco de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, cuya denominación UNE es RV 0,6/1 KV, con las siguientes características:

**Tabla 14**
**Características de los conductores**

| CARACTERÍSTICAS | SECCIÓN ( mm² ) | | |
|---|---|---|---|
| | 95 | 150 | 240 |
| Diámetro del conductor ( mm ) | 11,6 | 14,4 | 18,6 |
| Diámetro sobre aislamiento ( mm ) | 14,2 | 17,7 | 22,5 |
| Diámetro exterior del cable ( mm ) | 17,5 | 21,4 | 26,7 |
| Peso del cable ( Kg/m ) | 0,439 | 0,656 | 1,042 |
| Radio mínimo de curvatura ( mm ) | 70 | 85 | 133 |
| Resistencia máxima en C.C. a 20ºC ( Ω/Km ) | 0,320 | 0,206 | 0,125 |
| Reactancia a 50 Hz ( Ω/Km ) | 0,084 | 0,083 | 0,081 |
| Intensidad admisible al aire a 40ºC ( A ) | 220 | 300 | 420 |
| Intensidades admisibles enterradas a 25ºC ( A ) | 260 | 330 | 430 |

Todas las líneas serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro.

Las conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

La marca deberá corresponder a uno de los tipos normalizados por la compañía suministradora.

## 9.2. CAJA GENERAL DE PROTECCIONES

En los casos de viviendas unifamiliares con terreno circundante, se instalarán cajas generales de protección y medida, las cuales podrán usarse también para seccionamiento de la red. Se ajustarán a las normas de la compañía suministradora NI 42.72.00 y NI 76.50.04.

## 9.3. ACCESORIOS

Los empalmes, terminales y derivaciones, se elegirán de acuerdo a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.). Las características de los accesorios serán las establecidas en la NI 56.88.01.

Los empalmes y terminales se realizarán siguiendo el MT correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones de montaje dadas por el fabricante.

Las piezas de conexión se ajustarán a la NI 58.20.71.

## 9.4. CANALIZACIONES

**Canalización entubada (asiento de arena).**

Estarán constituidos por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en la NI 52.95.03.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan, se dispondrán preferentemente de calas de tiro y excepcionalmente arquetas ciegas, para facilitar la manipulación.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de ∅160mm., aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de 160 mm ∅, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. En todo caso se instalarán el 50 % de los tubos de reserva.

El tubo de 160 mm ∅ que se instale como protección mecánica, incluirá en su interior, como mínimo, 4 monoductos de 40 mm ∅, según NI 52.95.03, para poder ser utilizado como conducto de cables de control y redes multimedia. Se dará continuidad en todo el recorrido de este tubo, al objeto de facilitar el tendido de los cables de control, incluido en las arquetas y calas de tiro si las hubiera y obras de mantenimiento, garantizándose su estanqueidad en todo el trazado.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de 0,05 m de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de arena con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento; para este rellenado se utilizará tierra procedente de la excavación y tierra de préstamo, todo-uno, zahorra o arena.

Después se colocará una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

**Condiciones generales para cruces.**

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de dos tubos de ∅ 160 mm, aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar. Cuando se considere necesario instalar tubo para los cables de control, se instalará un tubo más de red de ∅ 160 mm, destinado a este fin. Este tubo se dará continuidad en todo su recorrido.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,80 m, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo (véase en planos).

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de hormigón HM-12,5, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocará otra capa de hormigón HM-12,5 con un espesor de 0,10 m por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del firme y pavimento, para este rellenado se utilizará hormigón HM-12,5, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo-uno o zahorra.

Después se colocará un firme de hormigón de HM-12,5 de unos 0,30 m de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

**Condiciones para cruzamientos.**

En los cruces de líneas subterráneas de BT con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la Tabla 11. Cuando no puedan mantenerse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización se dispondrá entubada según lo indicado en el apartado anterior o bien podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en la tabla adjunta. Esta protección suplementaria a colocar entre servicios estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.). En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

**Tabla 15**

| | Presión de la instalación de gas | Distancia mínima sin protección suplementaria | Distancia mínima con protección suplementaria |
|---|---|---|---|
| Canalizaciones y acometidas | En alta presión >4 bar | 0,40 m | 0,25 m |
| | En media y baja presión ≤4 bar | 0,40 m | 0,15 m |
| Acometida interior* | En alta presión >4 bar | 0,40 m | 0,25 m |

| | Presión de la instalación de gas | Distancia mínima sin protección suplementaria | Distancia mínima con protección suplementaria |
|---|---|---|---|
| | En media y baja presión ≤4 bar | 0,20 m | 0,10 m |

(*) Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

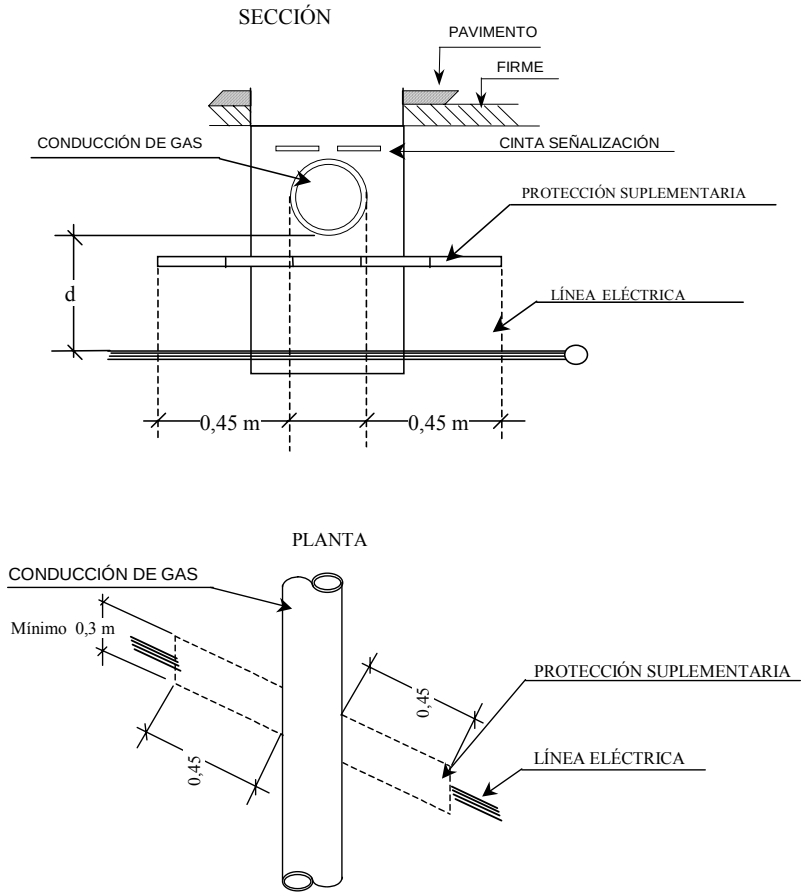



**Figura 5. Protección Suplementaria**

**Condiciones para Paralelismo.**

En los paralelismos de cables subterráneos de B.T. con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas de 0,20 m, excepto para las canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar.), en que la distancia será de 0,40 m. Cuando no puedan mantenerse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización se dispondrá entubada según lo indicado en el apartado anterior. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

Cuando el operador de la canalización del gas no sea Iberdrola, las canalizaciones de gas y energía eléctrica se ajustarán al MT 2.00.11, donde se indican las interacciones entre ambos servicios, y especialmente las acciones conjuntas a tomar.

## 9.5. PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

El conductor neutro de la red subterránea de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centros de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección y medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm² de Cobre, como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

# CÁLCULOS

# - ÍNDICE CÁLCULOS -

**1. INTRODUCCIÓN ..... 1**

**2. PREVISIÓN DE POTENCIA. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LOS TRANSFORMADORES ..... 1**

**3. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ..... 10**

3.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN ..... 10

3.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN ..... 10

3.3. CORTOCIRCUITOS ..... 11

*3.3.1. Observaciones ..... 11*

*3.3.2. Cálculo de las corrientes de cortocircuito ..... 11*

*3.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión ..... 11*

*3.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión ..... 12*

3.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO ..... 12

*3.4.1. Comprobación por densidad de corriente ..... 12*

*3.4.2. Comprobación por solicitación electrodinámica ..... 12*

*3.4.3. Comprobación por solicitación térmica ..... 12*

3.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS ..... 12

3.6. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE ALTA TENSIÓN ..... 13

3.7. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ..... 13

3.8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS ..... 14

**4. CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA ..... 14**

4.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO ..... 14

4.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ..... 15

4.3. RESISTIVIDAD DEL TERRENO ..... 15

4.4. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO. ..... 15

4.5. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA ..... 17

4.6. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA ..... 20
4.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN ..... 20
4.8. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN ..... 20
4.9. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS ..... 21
4.10. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR ..... 22
4.11. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ..... 24
**5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN ..... 24**
5.1. CÁLCULOS DE CAÍDAS DE TENSIÓN Y DE POTENCIA MÁXIMA PARA LA RED DE MEDIA TENSIÓN ..... 24
**6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA RED DE BAJA TENSIÓN ..... 27**
6.1. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN ..... 27
6.2. PROTECCIONES DE SOBREINTENSIDAD ..... 29

## 1. INTRODUCCIÓN

En este Capítulo se detallarán los Cálculos justificativos de los diferentes elementos a instalar para realizar el suministro de energía eléctrica a la Urbanización en construcción, de forma que se cumpla con la normativa y reglamentación en vigor, y con las normas particulares de la compañía suministradora, que en este caso es IBERDROLA DISTRIBUCIÓN S.A.

En primer lugar se hará la previsión de potencia del conjunto de la Urbanización, en el que se comprobará cómo ha aumentado la demanda y la necesidad de instalar otro Centro de Transformación. La potencia del transformador a instalar en este Centro de Transformación, vendrá dada por la potencia prevista de las instalaciones y aplicando el coeficiente reductor correspondiente, de acuerdo con las normas particulares de la compañía suministradora. Se realizarán los cálculos correspondientes al Centro de Transformación, principalmente los referidos a los dos niveles de tensión, y los cálculos de la Puesta a Tierra del Centro de Transformación. Y finalmente se realizarán los Cálculos referentes a la Red de Media Tensión y a la Red de Baja Tensión, que fundamentalmente son los cálculos que justifiquen que los cables a instalar soportan la intensidad de las instalaciones y que cumplan con los valores de máxima caída de tensión permitida según la normativa vigente.

## 2. PREVISIÓN DE POTENCIA. CÁLCULO DE LA POTENCIA DE LOS TRANSFORMADORES

La potencia prevista demandada en la Urbanización, ajustada a la demanda y a la potencia real a instalar en las viviendas y en los servicios comunes de la Urbanización “La Finca”. El suministro de energía eléctrica a dicha Urbanización, deberá abastecer a las 88 viviendas, agrupadas en 9 bloques, con los garajes correspondientes y además también abastecerán al alumbrado público, al grupo de bombeo de agua y la caseta de control y vigilancia, comunes a toda la Urbanización. Y aunque el alumbrado público de la Urbanización no se ha diseñado en este Proyecto, por no ser objeto del mismo, se ha considerado y previsto su instalación, y estimado la potencia a instalar para dicho servicio, por lo que también se proyectará y diseñará el suministro de energía eléctrica al alumbrado público de la Urbanización, repartidos en tres puntos diferentes de suministro. Por otra parte también se alimentará al centro de mando para alumbrado público exterior existente, proyectado en la primera fase de construcción.

Para realizar el suministro eléctrico de la Urbanización, en una primera fase de construcción, se determinó una previsión de potencia de 1068 kW, correspondiente para el diseño de las viviendas con un grado de electrificación elevada con una potecia de 9200 W por vivienda, valor mínimo que establece el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión para viviendas de superficie superior a 160 $m^2$ o con previsión de utilización de sistemas de calefacción eléctrica o de acondicionamiento de aire, y al centro de mando para el alumbrado público con una potencia de 15 kW. Por lo que para suplir dicho suministro eléctrico se procedió a instalar un Centro de Transformación con un transformador de 630 kVA, y la Red de Media Tensión necesaria, suficiente para suplir dicha potencia demandada, realizado en un proyecto inicial.

Posteriormente, cuando se conoció la potencia real a instalar en cada vivienda, se comprobó que era mayor que la potencia prevista inicialmente, y que además, este aumento de potencia sobrepasaba la capacidad de suministro del Centro de Transformación existente, denominado “CT SOMOSAGUAS SUR 21”, instalado en la primera fase de construcción. Por lo que surge la necesidad de ampliar la red de suministro de energía eléctrica para abastecer la totalidad de la potencia demandada en la Urbanización, instalando un nuevo Centro de Transformación.

Para el cálculo de la potencia de los transformadores de los Centros de Transformación, se considera la potencia global de todas sus líneas de Baja Tensión afectadas por el correspondiente coeficiente reductor que se determina en función de la naturaleza de los consumidores, de acuerdo con la instrucción MTDYC 1.10.14 correspondiente de la compañía suministradora, Iberdrola Distribución. Utilizando la siguiente fórmula para calcular la potencia en kVAs de los transformadores, cuando el suministro eléctrico va dirigido a viviendas:

$$\mathrm{PCT}_{\mathrm{viviendas}}(\mathrm{kVA}) = \frac{\sum \mathrm{PBT}(\mathrm{kW}) \cdot 0{,}4}{0{,}9} \qquad (1)$$

El cálculo de las potencias demandadas por cada Centro de Transformación se refleja en la tabla 1 siguiente:

Tabla 1
Previsión de potencias para la Urbanización “La Finca” (88 viviendas)

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | COEFICIENTE POTENCIA CT | POTENCIA CON COEFICIENTE (kVA) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 1 | 20.785 | 1.1 | 187.065 | 0,444 | 9,24 | CT-1 PROYECTADO |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 2 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 3 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 4 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 5 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 6 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 7 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 8 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 9 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| GARAJE 1 | 17.321 | 1.2 | 137.821 | 1 | 17,32 | CT-1 PROYECTADO |
| ALUMBRADO PÚBLICO 1 | 14.500 | | | 1 | 14,50 | |
| GRUPO DE BOMBEO DE AGUA | 69.500 | | | 1 | 69,50 | |
| CASETA DE CONTROL Y VIGILANCIA | 36.500 | | | 1 | 36,50 | |

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | COEFICIENTE POTENCIA CT | POTENCIA CON COEFICIENTE (kVA) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 10 | 20.785 | 1.3 | 183.601 | 0,444 | 9,24 | CT-1 PROYECTADO |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 11 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 12 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 13 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 14 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 15 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 16 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 17 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| GARAJE 2 | 17.321 | | | 1 | 17,32 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 18 | 20.785 | 1.4 | 83.140 | 0,444 | 9,24 | CT-1 PROYECTADO |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 19 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 20 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 21 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | COEFICIENTE POTENCIA CT | POTENCIA CON COEFICIENTE (kVA) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GARAJE 3 | 17.321 | 1.5 | 183.601 | 1 | 17,32 | CT-1 PROYECTADO |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 22 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 23 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 24 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 25 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 26 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 27 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 28 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 29 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 30 | 20.785 | 1.6 | 183.601 | 0,444 | 9,24 | CT-1 PROYECTADO |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 31 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 32 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 33 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 34 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 35 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 36 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 37 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| GARAJE 4 | 17.321 | | | 1 | 17,32 | |

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | COEFICIENTE POTENCIA CT | POTENCIA CON COEFICIENTE (kVA) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 38 | 20.785 | 2.1 | 97.640 | 0,444 | 9,24 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 39 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 40 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 41 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| ALUMBRADO PÚBLICO 2 | 14.500 | | | 1 | 14,50 | |
| GARAJE 5 | 17.321 | 2.2 | 183.601 | 1 | 17,32 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 42 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 43 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 44 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 45 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 46 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 47 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 48 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 49 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | COEFICIENTE POTENCIA CT | POTENCIA CON COEFICIENTE (kVA) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 50 | 20.785 | 2.3 | 183.601 | 0,444 | 9,24 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 51 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 52 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 53 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 54 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 55 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 56 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 57 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| GARAJE 6 | 17.321 | | | 1 | 17,32 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 58 | 20.785 | 2.4 | 83.140 | 0,444 | 9,24 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 59 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 60 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 61 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | COEFICIENTE POTENCIA CT | POTENCIA CON COEFICIENTE (kVA) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GARAJE 7 | 17.321 | 2.5 | 183.601 | 1 | 17,32 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 62 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 63 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 64 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 65 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 66 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 67 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 68 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 69 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 70 | 31.170 | 2.6 | 173.201 | 0,444 | 13,85 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 71 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 72 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 73 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 74 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 75 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 76 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| GARAJE 8 | 17.321 | | | 1 | 17,32 | |

| Nº VIVIENDA / SERVICIO | POTENCIA INDIVIDUAL (W) | NÚMERO DE CIRCUITO (ver Planos) | POTENCIA POR CIRCUITO (W) | COEFICIENTE POTENCIA CT | POTENCIA CON COEFICIENTE (kVA) | CT DE PARTIDA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 77 | 20.785 | 2.7 | 112.640 | 0,444 | 9,24 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 78 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 79 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 80 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| ALUMBRADO PÚBLICO EXTERIOR (EXISTENTE) | 15.000 | | | 1 | 15,00 | |
| ALUMBRADO PÚBLICO 3 | 14.500 | | | 1 | 14,50 | |
| GARAJE 9 | 17.321 | 2.8 | 183.601 | 1 | 17,32 | CT SOMOSAGUAS SUR 21 (EXISTENTE) |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 81 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 82 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 83 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 84 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 85 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 86 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 87 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| VIVIENDA UNIFAMILIAR Nº 88 | 20.785 | | | 0,444 | 9,24 | |
| **POTENCIA ASIGNADA AL CT EXISTENTE** | **1.201,0 kW** | | **=>** | | **606,3 kVA** | |
| **POTENCIA ASIGNADA AL CT-1 PROYECTADO** | **958,8 kW** | | **=>** | | **531,6 kVA** | |
| **DEMANDA TOTAL DE POTENCIA *** | **2.159,9 kW** | | **=>** | | **1.137,9 kVA** | |

(*) Incluye la potencia existente instalada correspondiente al Alumbrado Público exterior existente que parte del "CT SOMOSAGUAS SUR 21"

Con estos cálculos, mostrados en la Tabla 1, se justifica la potencia necesaria de los transformadores necesarios para dar suministro a la Urbanización "La Finca". Se observa que junto al transformador de 630 kVA en el Centro de Transformación "CT SOMOSAGUAS SUR 21" existente, se necesita otro transformador de 630 kVA, que se instalará en el Centro de Transformación proyectado CT-1, que será suficiente para dar suministro eléctrico al aumento de potencia solicitado para dicha Urbanización.

## 3. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 3.1. INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_P} \qquad (2)$$

Donde:

P = Potencia del transformador en kVA

$V_p$ = Tensión primaria en kV

$I_p$ = Intensidad primaria en A

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA.

$$\mathrm{I_P} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 20} = 18{,}19\ \mathrm{A}$$

### 3.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA, y la tensión secundaria es de 420V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_S = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_S} \qquad (3)$$

Donde:

P = Potencia del transformador en kVA

$V_s$ = Tensión secundaria en kV

$I_s$ = Intensidad secundaria en A

La intensidad en las salidas de 420V en vacío puede alcanzar el valor:

$$I_S = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 0{,}42} = 866{,}03\ A$$

## 3.3. CORTOCIRCUITOS

### 3.3.1. Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de Media Tensión, valor especificado por la compañía suministradora.

### 3.3.2. Cálculo de las corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} \cdot V_P} \qquad (4)$$

Donde

$S_{cc}$ = Potencia de cortocircuito de la red en MVA
$V_p$ = Tensión de servicio en kV
$I_{ccp}$ = Corriente de cortocircuito en kA

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito secundaria de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{CC} \cdot V_S} \qquad (5)$$

Donde:

P = Potencia del transformador en kVA
$E_{cc}$ = Tensión de cortocircuito del transformador en %
$V_s$ = Tensión secundaria en V
$I_{ccs}$ = Corriente de cortocircuito en kA

### 3.3.3. Cortocircuito en el lado de Alta Tensión

Utilizando la expresión (4) del apartado anterior 3.2, en la que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión será:

$$I_{CCP} = \frac{350}{\sqrt{3} \cdot 20} = 10{,}1\ kA$$

### 3.3.4. Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 630 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de Baja Tensión con 420 V en vacío será, según la fórmula (5) del apartado 3.2:

$$I_{CCS} = \frac{100 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 420} = 21{,}65\,\text{kA}$$

## 3.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas fabricadas por Ormazabal han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de las celdas.

### 3.4.1. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material del embarrado. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

### 3.4.2. Comprobación por solicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 3.3, por lo que valdrá:

$$I_{cc(din)} = 10{,}1 \cdot 2{,}5 = 25{,}25\,\text{kA}$$

### 3.4.3. Comprobación por solicitación térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la celda por efecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor.

En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc(ter)} = 10{,}1\,\text{kA}$$

## 3.5. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en Alta Tensión como en Baja Tensión. En Alta Tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en Baja Tensión, la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador:

La protección en Alta Tensión de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuito por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida en esa aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal, y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 40 A.

Termómetro:

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

Protecciones en Baja Tensión:

Las salidas de Baja Tensión cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida, y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 3.4.

## 3.6. DIMENSIONADO DE LOS PUENTES DE ALTA TENSIÓN

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

La intensidad nominal demandada por este transformador de 630 kVA es igual a 18,19 A, calculado en el apartado 1, que es inferior al valor máximo admisible por el cable. Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm$^2$ de Al según el fabricante.

## 3.7. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio del Centro de Transformación, se utiliza la expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0{,}24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}} \qquad (6)$$

Donde:

$W_{cu}$ = Pérdidas en el cobre del transformador en W

$W_{fe}$ = Pérdidas en el hierro del transformador en W

K = Coeficiente en función de la forma de las rejas de entrada (aproximadamente entre 0,35 y 0,4)

h = Distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida en m

$\Delta T$ = Aumento de temperatura del aire en °C

$S_r$ = Superficie mínima de las rejas de entrada en $m^2$

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios Prefabricados de Ormazabal, se considera de mayor interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados. El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio.

### 3.8. DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 litros de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

El transformador a instalar en el Centro de transformación tiene un volumen total de aceite de 395 litros, por lo que que el foso de recogida de aceite tiene capacidad sufuciente para absorber la totalidad del aceite del transformador en el caso de que fuera necesario.

## 4. CÁLCULOS DE LA PUESTA A TIERRA

### 4.1. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

Teniendo en cuenta las tensiones aplicadas máximas establecidas, al proyectar una instalación de tierras, según se muestra en la Instrucción Técnica Complementaria MIE-RAT 13 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, se seguirá el procedimiento que se muestra a continuación:

1. Investigación de las características del suelo.
2. Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
3. Diseño preliminar de la instalación de tierra.
4. Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
5. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.
6. Cálculo de las tensiones de paso y contacto con el interior de la instalación.
7. Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos establecidos.

8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.

9. Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

Después de construida la instalación de tierra, se harán las comprobaciones y verificaciones precisas in situ, tal como se indica en el apartado 8.1 de la MIE-RAT 13, y se efectuarán los cambios necesarios que permitan alcanzar valores de tensión aplicada inferiores o iguales a los máximos admitidos.

## 4.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La puesta a tierra se realizará a base de picas de acero al carbono revestidas de una capa de cobre electrolítico de 0,3 mm de espesor, la longitud de las picas será de 2 m y su diámetro de 14,6 mm. Una de las picas se destinará a puesta a tierra de los herrajes, bastidores y demás elementos metálicos no sometidos a tensión, por medio de un anillo difusor de cable desnudo de cobre de 50 mm² de sección. Otra de las picas se destinará a la puesta a tierra del neutro de baja tensión y se realizará por medio de cable aislado de 0,6/1 kV de 50 mm² de sección de cobre, que unirá la correspondiente pletina del cuadro de Baja Tensión con otra pletina a la que llega un conductor (aislado o desnudo), de 50 mm² de cobre procedente de la pica destinada a este fin.

Se prevén arquetas para poder regar las picas en época de estiaje.

Como ya se ha justificado y explicado en el Capítulo de Memoria, la configuración de puesta a tierra, cumpliendo con la normativa de la compañía suministradora, será la siguiente:

> Electrodo de bucle de 8 x 4,5 m a 0,5 m de profundidad y 6 electrodos de pica de 2 m de longitud regularmente espaciadas en el bucle, con la cabeza enterrada a 0,5 m de profundidad + SISTEMA DE ACERA PERIMETRAL DE 1,5 m.

## 4.3. RESISTIVIDAD DEL TERRENO

De acuerdo con el apartado 4 de la instrucción MIE-RAT 13, sobre la resistividad del terreno, se dice que en instalaciones de 3ª categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 KA, no será imprescindible realizar la investigación previa de la resistividad del suelo, bastando para ello el examen visual del terreno, pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa de los terrenos en los que se va a realizar la instalación del Centro de Transformación, se ha tomado una resistividad media superficial de 150 Ω·m, valor que se ha de comprobar a la hora de realizar la instalación, modificando el estudio en el caso de desviaciones no admisibles.

## 4.4. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

En las instalaciones de Media Tensión de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\,max\,cal} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^{\,2} + X_n^{\,2}}} \qquad (7)$$

Donde:

$U_n$ = Tensión de servicio [V]

$R_n$ = Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ω]

$X_n$ = Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ω]

$I_{d\,max\,cal}$ = Intensidad máxima calculada [A]

La $I_{d\,max\,cal}$ en este caso será, aplicando la fórmula (7) y sustituyendo valores:

$$I_{d\,max\,cal} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{0 + 25^2}} = 461{,}88\ \text{A}$$

Superior al valor establecido por la compañía eléctrica, indicado en el Capítulo de Memoria, que es de:

$$I_{d\,max} = 400\ \text{A}$$

## 4.5. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

*Características de la red de alimentación:*

- Tensión de servicio $U_n$ = 20000 V

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro $R_n$ = 0 Ω
- Reactancia del neutro $X_n$ = 25 Ω
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{dm}$ = 400 A

Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión:

- $V_{bt}$ = 10000 V

*Características del terreno:*

- Resistividad del terreno $\rho$ = 150 Ω·m
- Resistividad del hormigón $\rho_h$ = 3000 Ω·m

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad de defecto se obtienen de la siguiente fórmula:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \qquad (8)$$

Donde:

$I_d$ = Intensidad de falta a tierra [A]

$R_t$ = Resistencia total de puesta a tierra [Ω]

$V_{bt}$ = Tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad de defecto se calcula con la siguiente ecuación:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n{}^2}} \qquad (9)$$

Donde:

$U_n$ = Tensión de servicio [V]

$R_n$ = Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ω]

$R_t$ = Resistencia total de puesta a tierra [Ω]

$X_n$ = Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ω]

$I_d$ = Intensidad de falta a tierra [A]

Resolviendo el sistema de ecuaciones formado por las ecuaciones (8) y (9), el resultado preliminar, de la intensidad de defecto y resistencia total de puesta a tierra, obtenido es:

$$I_d = 230{,}94 \text{ A}$$

$$R_t = 43{,}3 \ \Omega$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener un coeficiente del electrodo de resistencia ($K_r$) más cercano inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} \qquad (10)$$

Donde:

$R_t$ = Resistencia total de puesta a tierra [Ω]

$\rho$ = Resistividad del terreno [Ω ·m]

$K_r$ = Coeficiente del electrodo de resistencia $\left[\frac{\Omega}{\Omega \cdot m}\right]$

Para nuestro Centro de Transformacion en particular, y según los valores indicados anteriormente, mediante la ecuación (10) obtenemos el siguiente valor máximo para el coeficiente del electrodo de resistencia:

$$K_r \leq \frac{43{,}3}{150} = 0{,}2887 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada (según método UNESA): 80-45/5/62
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 8,0 x 4,5 metros
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 metros
- Número de picas: 6
- Longitud de las picas: 2 metros
- Sistema de acera perimetral 1,5 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- Coeficiente de la resistencia $K_r = 0{,}072 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$
- Coeficiente de la tensión de paso $K_p = 0{,}0154 \frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot (A)}$
- Coeficiente de la tensión de contacto $K_c = 0{,}0338 \frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot (A)}$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot \rho \qquad (11)$$

Donde:

$K_r$ = Coeficiente del electrodo de resistencia $\left[\frac{\Omega}{\Omega \cdot m}\right]$

$\rho$ = Resistividad del terreno en [Ω·m]

$R'_t$ = Resistencia total de puesta a tierra [Ω]

Aplicando la ecuación (11), obtenemos el siguiente valor real de la resistencia de puesta a tierra para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 0{,}072 \cdot 150 = 10{,}8\,\Omega$$

Y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (9), y según la intensidad máxima establecida por la compañía suministradora, tiene un valor de:

$I'_d$ = 400 A

## 4.6. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza utilizando el "Método de Cálculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación Conectados a Redes de Tercera Categoría" de UNESA, y la normativa correspondiente de la compañía suministradora.

## 4.7. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \qquad (12)$$

Donde:

$R'_t$ = Resistencia total de puesta a tierra [Ω]
$I'_d$ = Intensidad de defecto [A]
$V'_d$ = Tensión de defecto [V]

La tensión de defecto en el Centro de Transformación, aplicando la ecuación (12), será:

$$V'_d = 10{,}8 \cdot 400 = 4320 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_{p(acc)} = V'_c = K_c \cdot \rho \cdot I'_d \qquad (13)$$

Donde:

$K_c$ = Coeficiente de la tensión de contacto $\left[ \frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot (A)} \right]$
$\rho$ = Resistividad del terreno [Ω ·m]
$I'_d$ = Intensidad de defecto [A]
$V'_{(acc)} = V'_c$ = Tensión de paso en el acceso al Centro de Transformación [V]

Por lo que, según la ecuación (13) tendremos la siguiente tensión de paso en el Centro de Transformación:

$$V'_{p(acc)} = V'_c = 0{,}0338 \cdot 150 \cdot 400 = 2028 \text{ V}$$

## 4.8. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'_d \qquad (14)$$

Donde:

$K_p$ = Coeficiente de la tensión de paso $\left[\frac{V}{(\Omega \cdot m)\cdot(A)}\right]$

*P* = Resistividad del terreno [Ω ·m]

$I'_d$ = Intensidad de defecto [A]

$V'_p$ = Tensión de paso en el exterior [V]

Por lo que, aplicando la ecuación (14), obtenemos la siguiente tensión de paso en el Centro de Transformación:

$$V'_p = 0{,}0154 \cdot 150 \cdot 400 = 924\ V$$

## 4.9. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- t = 0,2 seg
- K = 72
- n = 1

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right) \qquad (15)$$

Donde:

t = Tiempo total de duración de la falta [s]

K = Constante, función del tiempo

n = Constante, función del tiempo

$\rho$ = Resistividad del terreno [Ω ·m]

$V_p$ = Tensión admisible de paso en el exterior [V]

Por lo que utilizando la ecuación (15), la tensión admisible de paso en el exterior valdrá:

$$V_p = \frac{10 \cdot 72}{0{,}2} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot 150}{1000}\right) = 6840\ V$$

La tensión de paso en el acceso al edificio viene dada por la siguiente ecuación:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho_h}{1000}\right) \qquad (16)$$

Donde:

t = Tiempo total de duración de la falta [s]
K = Constante, función del tiempo
n = Constante, función del tiempo
$\rho$ = Resistividad del terreno [Ω ·m]
$\rho_h$ = Resistividad del hormigón [Ω ·m]
$V_{p(acc)}$ = Tensión admisible de paso en el acceso [V]

Aplicando la ecuación (16), obtenemos el siguiente valor para la tensión admisible de paso en el acceso:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot 72}{0,2} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000}{1000}\right) = 37620\,V$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'p = 924\ V \ \leq \ Vp = 6840\ V$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 2028\ V \ \leq \ V_{p(acc)} = 37620\ V$$

Tensión de defecto:

$$V'd = 4560\ V \ \leq \ Vbt = 10000\ V$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 50\ A < I_d = 400\ A \leq I_{dm} = 400\ A$$

## 4.10. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la siguiente expresión:

$$D = \frac{\rho \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \qquad (17)$$

Donde:

ρ = Resistividad del terreno [Ω ·m]

$I'_d$ = Intensidad de defecto [A]

D = Distancia mínima de separación [m]

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras para este Centro de Transformación será:

$$D = \frac{150 \cdot 400}{2000 \cdot \pi} = 9{,}55\ \text{m}$$

Aplicando la normativa de la compañía suministradora, según se muestra en en el Capítulo de Memoria, en la Tabla 12 "Distancia de separación en metros entre las PaT de protección y servicio en Centros de Transformación prefabricados subterráneos" (según MTDYC 2.11.31 "Criterios de ejecución de puesta a tierra de los centros de transformación"), obtenemos el siguiente valor para la distancia mínima entre los electrodos de las puestas a tierra de protección y servicio:

D = 22,2 m

Por lo que siendo más restrictivo aún que el valor calculado mediante la ecuación (17), de 9,55 m, será el valor que tomaremos, D = 22,2 m, para la separación de las puestas a tierra de protección y servicio, cumpliendo con la normativa de la compañía suministradora.

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación (según método UNESA): 5/22
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: 2
- Longitud entre picas: 3 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 metros

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- Coeficiente de la resistencia $K_r = 0{,}201 \frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$
- Coeficiente de la tensión de paso $K_p = 0{,}0392 \frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot (A)}$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ω. Esta resistencia de la puesta a tierra de servicio se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$R_{tserv} = K_r \cdot \rho < 37\,\Omega \qquad (18)$$

Donde:

$R_{tserv}$ = Resistencia total de puesta a tierra de servicio [Ω]

$K_r$ = Coeficiente del electrodo de resistencia $\left[\frac{\Omega}{\Omega \cdot m}\right]$

$\rho$ = Resistividad del terreno en [Ω·m]

Aplicando la ecuación (18), obtenemos el siguiente valor real de la resistencia de puesta a tierra de servicio para el Centro de Transformación, que es válido por cumplir la condición indicada:

$$R_{tserv} = 0{,}201 \cdot 150 = 30{,}15\,\Omega < 37\,\Omega$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

### 4.11. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "$K_r$" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

## 5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA RED DE MEDIA TENSIÓN

### 5.1. CÁLCULOS DE CAÍDAS DE TENSIÓN Y DE POTENCIA MÁXIMA PARA LA RED DE MEDIA TENSIÓN

Se tomarán las intensidades máximas admisibles dadas por el fabricante del cable y que se recogen en la norma NI 56.43.01 mostradas en el Capítulo de Memoria.

Las tablas de intensidades máximas admisibles estarán preparadas en función de las condiciones siguientes:

a) Tres cables unipolares dispuestos en haz.
b) Enterrados a una profundidad de 1 metro en terreno de resistividad térmica de 1 K·m/W.
c) Temperatura máxima en el conductor 105ºC.
d) Temperatura del terreno 25ºC.

Para determinar la sección de los conductores se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Intensidad máxima admisible por el cable.
2. Caída de tensión (valor máximo admisible 5%).

3. Intensidad máxima admisible durante un cortocircuito.
4. La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado de acuerdo con los valores de intensidades máximas que figuran en la Tabla 5 en el Capítulo de Memoria del presente proyecto, o en los datos suministrados por el fabricante.

1. La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

I = Intensidad en A
S = Potencia en kVA
U = Tensión en kV

Sustituyendo valores obtenemos la siguiente intensidad máxima a transportar:

$$I = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 20} = 18{,}19\,A \;<\; 0{,}8 \cdot 435\,A$$

Valor muy inferior a la intensidad que soporta el cable aplicando el coeficiente corrector por ir bajo tubo (0,8·435 A).

La Potencia máxima a transportar por líneas de 240 mm² de sección, vendrá dada por la siguiente expresión:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot F_c \cdot \cos\varphi$$

Donde $F_c$ es el factor de corrección de 0,8 para el caso de una línea con cable tripolar, o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, como indica la normativa de la compañía suministradora, el MT 2.31.01. Sustituyendo los valores obtenemos la siguiente potencia

$$P = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 435 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}9 = 10849{,}57\,kW$$

2. La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \left(R \cdot \cos\varphi + X \cdot \mathrm{sen}\varphi\right)$$

Y la caída de tensión porcentual vendrá dada por:

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U}{10 \cdot U}$$

Donde:

ΔU = Caída de tensión en V
ΔU (%) = Caída de tensión en tanto por ciento

I = Intensidad en A
L = Longitud de la línea en Km
R = Resistencia del conductor en Ω/Km
X = Reactancia a frecuencia de 50 Hz en Ω/Km
U = Tensión compuesta en kV
cos φ = Factor de potencia = 0,9
sen φ = 0,436

La caída de tensión será:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot 18{,}19 \cdot 0{,}020 \cdot (0{,}169 \cdot 0{,}9 + 0{,}105 \cdot 0{,}436) = 0{,}125 V$$

La caída de tensión en porcentaje será:

$$\Delta U(\%) = \frac{0{,}125}{10 \cdot 20} = 0{,}0006\%$$

3. Cálculo de intensidad de cortocircuito.

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito será necesario conocer la potencia de cortocircuito $P_{cc}$ existente en el punto de la red donde ha de alimentar el cable subterráneo para obtener a su vez la intensidad de cortocircuito, que viene dada por la siguiente fórmula:

$$Icc = \frac{Pcc}{U \cdot \sqrt{3}}$$

La potencia de cortocircuito en el punto de conexión de la red de Media Tensión, según los datos de la compañía suministradora, es de 350 MVA. Sustituyendo valores en la ecuación anterior obtendremos un valor de intensidad de cortocircuito de:

$$Icc = \frac{350}{20 \cdot \sqrt{3}} = 10{,}1 kA$$

La sección mínima se calculará de acuerdo con la siguiente Tabla 2, en la que se indica la intensidad máxima admisible de cortocircuito en los conductores, en función de los tiempos de duración del cortocircuito, como se explica en el Capítulo de Memoria.

Tabla 2
Intensidades de cortocircuito admisibles en los conductores, en kA

| Tipo de Aislamiento | Sección mm² | Duración del cortocircuito t en s | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,1 | 0,2 | 0,3 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| HEPR | 150 | 44,7 | 31,6 | 25,8 | 19,9 | 14,1 | 11,5 | 9,9 | 8,8 | 8,1 |
| | 240 | 71,5 | 50,6 | 41,2 | 31,9 | 22,5 | 18,4 | 15,8 | 14,1 | 12,9 |
| | 400 | 119,2 | 84,4 | 68,8 | 53,2 | 37,61 | 30,8 | 26,4 | 23,6 | 21,6 |

Observando que el valor obtenido de 10,1 kA cumple con los valores mostrados en la tabla anterior para los tiempos de cortocircuito de hasta 3 s.

## 6. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA RED DE BAJA TENSIÓN

### 6.1. DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN

La distribución se realizará en sistema trifásico a las tensiones de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Para la elección de la sección de un cable deben tenerse en cuenta, en general, cuatro factores principales, cuya importancia difiere en cada caso.

Dichos factores son:

- Tensión de la red y su régimen de explotación.
- Intensidad a transportar en determinadas condiciones de instalación.
- Caídas de tensión en régimen de carga máxima prevista.
- Intensidades y tiempo de cortocircuito, del conductor.

Las características de los conductores en régimen permanente a título orientativo serán las siguientes:

Tabla 3
Características de los conductores

| Sección de fase en mm² | R – 20º en Ω/km | R – 90º en Ω/km | X en Ω/km | Intensidad* A |
|---|---|---|---|---|
| 50 | 0,641 | 0,822 | 0,080 | 180 |
| 95 | 0,320 | 0,410 | 0,076 | 260 |
| 150 | 0,206 | 0,264 | 0,075 | 330 |
| 240 | 0,125 | 0,160 | 0,070 | 430 |

* Instalación tipo enterrada

A estos valores orientativos se deberán aplicar los coeficientes de corrección, según lo especificados en la ITC-BT-07.

Para justificar la sección de los conductores se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

a) Intensidad máxima admisible por el cable

b) Caída de tensión

La elección de la sección del cable a adoptar está supeditada a la capacidad máxima del cable y a la caída de tensión admisible, que no deberá exceder del 5 %. Cuando el proyecto sea de una derivación a conectar a una línea ya existente, la caída de tensión admisible en la derivación se condicionará de forma que, sumado al de la línea ya existente hasta el tramo de derivación, no supere el 5 % para las potencias transportadas en la línea y las previstas a transportar en la derivación.

Para la elección ente los distintos tipos de líneas desde el punto de vista de la sección de los conductores, aparte de las limitaciones de potencia máxima a transportar y de caída de tensión, que se fijan en cada uno, deberá realizarse un estudio técnico-económico desde el punto de vista de pérdidas, por si quedara justificado con el mismo la utilización de una sección superior a la determinada por los conceptos anteriormente citados.

a) La elección de la sección en función de la intensidad máxima admisible, se calculará partiendo de la potencia que ha de transportar el cable, calculando la intensidad correspondiente y eligiendo el cable adecuado, de acuerdo con los valores de las intensidades máximas que figuran en la NI 56.31.21, o en los datos suministrados por el fabricante.

La intensidad se determinará por la fórmula:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi}$$

En la obra que nos ocupa se ha tomado como conductor tipo, a emplear en todo el trazado, el RV- 0,6/1KV de:

- 3x (1x240) + 1x150 mm²

b) La determinación de la sección en función de la caída de tensión se realizará mediante la fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot \left(R \cdot \cos\varphi + X \cdot sen\varphi\right)$$

En donde:

W = Potencia en kW
U = Tensión compuesta en kV
ΔU = Caída de tensión
I = Intensidad en amperios
L = Longitud de la línea en km.
R = Resistencia del conductor en Ω/km
X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en Ω/km.
Cosφ = Factor de potencia

La caída de tensión producida en la línea, puesta en función del momento eléctrico W·L, teniendo en cuenta las fórmulas anteriores viene dada por:

$$\Delta U\% = \frac{W \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot \left(R + Xtg\varphi\right)$$

Donde ΔU% viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

En ambos apartados, a) y b), se considerará un factor de potencia para el cálculo de cosφ= 0,9

## 6.2. PROTECCIONES DE SOBREINTENSIDAD

Con carácter general, los conductores estarán protegidos por los fusibles existentes contra sobrecargas y cortocircuitos.

Para la adecuada protección de los cables contra sobrecargas, mediante fusibles de la clase gG se indica en la siguiente Tabla 4 la intensidad nominal del mismo, remarcando en negrita la correspondiente al conductor utilizado:

Tabla 4
Intensidad nominal del fusible, en A

| Cable | Intensidad nominal de fusible (A) |
|---|---|
| RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al | 160 |
| RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al | 200 |
| RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al | 250 |
| RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al | 315 |

Cuando se prevea la protección de conductor por fusibles contra cortocircuitos, deberá tenerse en cuenta la longitud de la línea que realmente protege y que se indica en la siguiente Tabla 5 en metros.

Tabla 5
Longitudes máximas en metros para la intensidad nominal del fusible en A

| Cable | Intensidad nominal de fusible (A) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 |
| RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al | 190 | 155 | 115 | | | |
| RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al | 255 | 205 | 155 | 120 | | |
| RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al | 470 | 380 | 285 | 215 | 165 | |
| RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al | | 605 | 455 | 345 | 260 | 195 |
| | Longitudes en metros (1) | | | | | |

(1) Calculadas con una impedancia a 90ºC del conductor de fase y neutro

NOTA: Estas longitudes se consideran partiendo del cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación.

Estas expresiones nos servirán para realizar los cálculos de las caídas de tensión y de las corrientes máximas que circulan para los distintos conductores. Estos cálculos quedan reflejados en las tablas en el Anexo 1 de Cálculos.

En esta Tabla 4, se ha marcado en negrita la longitud máxima de las líneas para el conductor empleado, a la intensidad nominal del fusible máxima de 315 A, por lo que para mayores longitudes a ésta, 195 m, se debe reducir la intensidad nominal del fusible como se indica en la tabla, cumpliendo con la normativa de la compañía suministradora. En nuestro

caso, todas las líneas tienen una longitud inferior a 195 m, por lo que todas las líneas quedan debidamente protegidas con fusibles de 315 A, tal y como se indica en el Anexo 1 de Cálculos.

# ANEXO
# CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN

## CT-1 PROYECTADO (1X630kVA)

| CIRCUITO | TRAMO | POTENCIA (W) | LONGITUD (m) | SECCIÓN ($mm^2$) | INTENSIDAD (A) | INTENSIDAD ADMISIBLE (A) | INTENSIDAD FUSIBLE (A) | CAÍDA DE TENSIÓN (V) | CAÍDA DE TENSIÓN (%) | DESGLOSE DE POTENCIAS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L 1.1 | CT-1 - CGP 1.1 | 187.065 | 178 | 240 | 300,01 | 344 | 315 | 13,23 | 3,31 | Viviendas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 |
| L 1.2 | CT-1 - CGP 1.2 | 137.821 | 176 | 240 | 221,03 | 344 | 315 | 9,64 | 2,41 | Garaje 1, Alumbrado Público 1, Grupo de Bombeo de agua, Caseta de Control y Vigilancia |
| L 1.3 | CT-1 - CGP 1.3 | 183.601 | 193 | 240 | 294,45 | 344 | 315 | 14,08 | 3,52 | Viviendas 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 y Garaje 2 |
| L 1.4 | CT-1 - CGP 1.4 | 83.140 | 191 | 240 | 133,34 | 344 | 315 | 6,31 | 1,58 | Viviendas 18, 19, 20 y 21 |
| L 1.5 | CT-1 - CGP 1.5 | 183.601 | 189 | 240 | 294,45 | 344 | 315 | 13,79 | 3,45 | Viviendas 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29 y Garaje 3 |
| L 1.6 | CT-1 - CGP 1.6 | 183.601 | 191 | 240 | 294,45 | 344 | 315 | 13,93 | 3,48 | Viviendas 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37 y Garaje 4 |

| | |
|---|---|
| **TOTAL (kW)** | **958,8** |
| **TOTAL (kVA)*** | **531,6** |

* Calculado en Previsión de Potencia (Apartado 2)

## CT SOMOSAGUAS SUR 21 EXISTENTE (1X630kVA)

| CIRCUITO | TRAMO | POTENCIA (W) | LONGITUD (m) | SECCIÓN ($mm^2$) | INTENSIDAD (A) | INTENSIDAD ADMISIBLE (A) | INTENSIDAD FUSIBLE (A) | CAÍDA DE TENSIÓN (V) | CAÍDA DE TENSIÓN (%) | DESGLOSE DE POTENCIAS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L 2.1 | CT - CGP 2.1 | 97.640 | 193 | 240 | 156,59 | 344 | 315 | 7,49 | 1,87 | Viviendas 38, 39, 40, 41 y Alumbrado Público 2 |
| L 2.2 | CT - CGP 2.2 | 183.601 | 189 | 240 | 294,45 | 344 | 315 | 13,79 | 3,45 | Viviendas 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49 y Garaje 5 |
| L 2.3 | CT - CGP 2.3 | 183.601 | 176 | 240 | 294,45 | 344 | 315 | 12,84 | 3,21 | Viviendas 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 y Garaje 6 |
| L 2.4 | CT - CGP 2.4 | 83.140 | 174 | 240 | 133,34 | 344 | 315 | 5,75 | 1,44 | Viviendas 58, 59, 60 y 61 |
| L 2.5 | CT - CGP 2.5 | 183.601 | 172 | 240 | 294,45 | 344 | 315 | 12,55 | 3,14 | Viviendas 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69 y Garaje 7 |
| L 2.6 | CT - CGP 2.6 | 173.201 | 175 | 240 | 277,77 | 344 | 315 | 12,04 | 3,01 | Viviendas 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76 y Garaje 8 |
| L 2.7 | CT - CGP 2.7 | 112.640 | 193 | 240 | 180,65 | 344 | 315 | 8,64 | 2,16 | Viviendas 77, 78, 79, 80, Alumbrado Público 3 y Centro de Mando existente para Alumbrado Público exterior |
| L 2.8 | CT - CGP 2.8 | 183.601 | 173 | 240 | 294,45 | 344 | 315 | 12,62 | 3,15 | Viviendas 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88 y Garaje 9 |

| | |
|---|---|
| **TOTAL (kW)** | **1201,0** |
| **TOTAL (kVA)*** | **606,3** |

* Calculado en Previsión de Potencia (Apartado 2)

# PRESUPUESTO

# - ÍNDICE PRESUPUESTO -

**CAPÍTULO I: RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN ..... 1**

**CAPÍTULO II: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ..... 2**

**CAPÍTULO III: RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN ..... 5**

**RESUMEN PRESUPUESTO ..... 6**

# CAPÍTULO I: RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

| UD | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|
| m | Apertura de zanja de 0,35 x 0,8 m a máquina en tierra e instalación de 3 tubos de 160 mm de diámetro. Comprende la apertura y demolición de 1 m de zanja, retiro de tierras sobrantes, llenado e instalación de cinta de señalización. | 6 | 39,00 € | 234,00 € |
| m | Suministro y tendido de línea de media tensión formada por conductores de aluminio rígido tipo HEPRZ1 12/20kV KAL + H16 de 3x(1x240)mm² de sección, según normas de la compañía suministradora. | 12 | 27,00 € | 324,00 € |
| ud | Suministro y montaje de conjunto de 3 empalmes unipolares en conductor de alumino con aislamiento seco HEPRZ1 12/20kV, de 1x240 mm² de sección. | 2 | 496,89 € | 993,78 € |
| ud | Suministro y montaje de juego de tres botellas terminales de interior, tipo enchufables en T para cable Al - HEPRZ1 12/20kV 1x240 mm2 de sección. | 2 | 634,74 € | 1.269,48 € |

TOTAL: 2.821,26 €

# CAPÍTULO II: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

| UD | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|
| ud | Edificio de transformación prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFS-H-62-1T de la marca ORMAZABAL, de dimensiones generales aproximadas 7650 mm de largo por 2460 mm de fondo por 2790 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje y accesorios. | 1 | 32.075,00 € | 32.075,00 € |
| ud | Celda de Línea CGM-CML-24. Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:<br>· Un = 24 kV<br>· In = 400 A<br>· Icc = 16 kA / 40 kA<br>· Dimensiones: 370 mm / 850 mm / 1800 mm<br>· Mando: manual tipo B<br>Se incluyen el montaje y conexión. | 2 | 4.440,00 € | 8.880,00 € |
| ud | Celda de Protección CGM-CMP-F-24. Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:<br>· Un = 24 kV<br>· In = 400 A<br>· Icc = 16 kA / 20 kA<br>· Dimensiones: 480 mm / 1035 mm / 1800 mm<br>· Mando (fusibles): manual tipo BR<br>Se incluyen el montaje y conexión. | 1 | 7.689,00 € | 7.689,00 € |
| ud | Transformador trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario, de potencia 630 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con Termómetro. | 1 | 14.960,00 € | 14.960,00 € |
| ud | Puentes de Alta Tensión: Celda - Transformador. Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K-158-LR. En el otro extremo son del tipo enchufable recta y modelo K-152. | 1 | 1.170,00 € | 1.170,00 € |
| ud | Cuadro de Baja Tensión UNESA, tipo CBT-EAS-1000-6, con 8 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases BTVC. | 1 | 2.643,00 € | 2.643,00 € |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ud | Juego de puentes de cables de Baja Tensión: Transformador - Cuadro de Baja Tensión, de sección y material 1x240 Al (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase + 2xneutro de 2,5 m de longitud. | 1 | 1.284,00 € | 1.284,00 € |
| ud | Instalación exterior de Puesta a Tierra de Protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.<br>El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14mm de diámetro.<br>Características:<br>· Geometría: Anillo rectangular<br>· Profundidad: 0,5 m<br>· Número de picas: 6<br>· Longitud de picas: 2 metros<br>· Dimensiones del rectángulo: 8,0x4,5 m | 1 | 2.026,00 € | 2.026,00 € |
| ud | Instalación exterior de Puesta a Tierra de servicio o neutro del transformador, realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.<br>Características:<br>· Geometría: Picas alineadas<br>· Profundidad: 0,5 m<br>· Número de picas: 2<br>· Longitud de picas: 2 metros<br>· Distancia entre picas: 3 metros | 1 | 631,00 € | 631,00 € |
| ud | Instalación interior de Puesta a Tierra de Protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora. | 1 | 915,00 € | 915,00 € |
| ud | Instalación interior de Puesta a Tierra de Servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora. | 1 | 915,00 € | 915,00 € |
| ud | Defensa de Transformador. Protección metálica para defensa del transformador. | 1 | 233,00 € | 233,00 € |
| ud | Iluminación Edificio de Transformación. Equipo de iluminación compuesto de:<br>· Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de Media Tensión.<br>· Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local. | 1 | 1.016,00 € | 1.016,00 € |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ud | Equipo de seguridad y maniobra de Transformación. Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:<br>· Banquillo aislante<br>· Par de guantes de amianto<br>· Extintor de eficacia 89B<br>· Una palanca de accionamiento<br>· Armario de primeros auxilios | 1 | 685,00 € | 685,00 € |

TOTAL: 75.122,00 €

# CAPÍTULO III: RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN

| UD | CONCEPTO | CANTIDAD | PRECIO UNITARIO | IMPORTE |
|---|---|---|---|---|
| m | Apertura de zanja de 0,35 x 0,7 m a máquina en tierra e instalación de 2 tubos de 160 mm de diámetro. Comprende la apertura y demolición de 1 m de zanja, retiro de tierras sobrantes, llenado e instalación de cinta de señalización. | 224 | 30,31 € | 6.790,00 € |
| m | Apertura de zanja de 0,35 x 0,8 m a máquina en tierra e instalación de 3 tubos de 160 mm de diámetro. Comprende la apertura y demolición de 1 m de zanja, retiro de tierras sobrantes, llenado e instalación de cinta de señalización. | 132 | 39,00 € | 5.148,00 € |
| m | Apertura de zanja de 0,35 x 0,9 m a máquina en tierra e instalación de 4 tubos de 160 mm de diámetro. Comprende la apertura y demolición de 1 m de zanja, retiro de tierras sobrantes, llenado e instalación de cinta de señalización. | 55 | 45,69 € | 2.512,81 € |
| m | Apertura de zanja de 0,5 x 0,9 m a máquina en tierra e instalación de 6 tubos de 160 mm de diámetro. Comprende la apertura y demolición de 1 m de zanja, retiro de tierras sobrantes, llenado e instalación de cinta de señalización. | 273 | 66,41 € | 18.130,13 € |
| m | Suministro y tendido de línea subterránea de baja tensión compuesta por conductores de aluminio, con aislamiento tipo RV 0,6/1 kV, de 3x(1x240)+1x150 mm² de sección. Incluso terminales y pruebas de rigidez dieléctrica Sin incluir ningún tipo de obra civil ni de trabajos en tensión. | 2563 | 14,38 € | 36.855,94 € |
| ud | Suministro e instalación de Caja General de Protección esquema 10, incluyendo suministro y colocación de fusibles, y conexión con línea de Baja Tensión. | 13 | 300,30 € | 3.903,90 € |
| ud | Suministro e instalación de Caja General de Protección esquema 11, incluyendo suministro y colocación de fusibles, y conexión con línea de Baja Tensión. | 1 | 464,02 € | 464,02 € |

TOTAL: 73.804,80 €

# RESUMEN PRESUPUESTO

| | |
|---|---|
| CAPÍTULO I: RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN | 2.821,26 € |
| CAPÍTULO II: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | 75.122,00 € |
| CAPÍTULO III: RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN | 73.804,80 € |
| TOTAL PRESUPUESTO: | 151.748,06 € |
| 16% IVA: | 24.279,69 € |

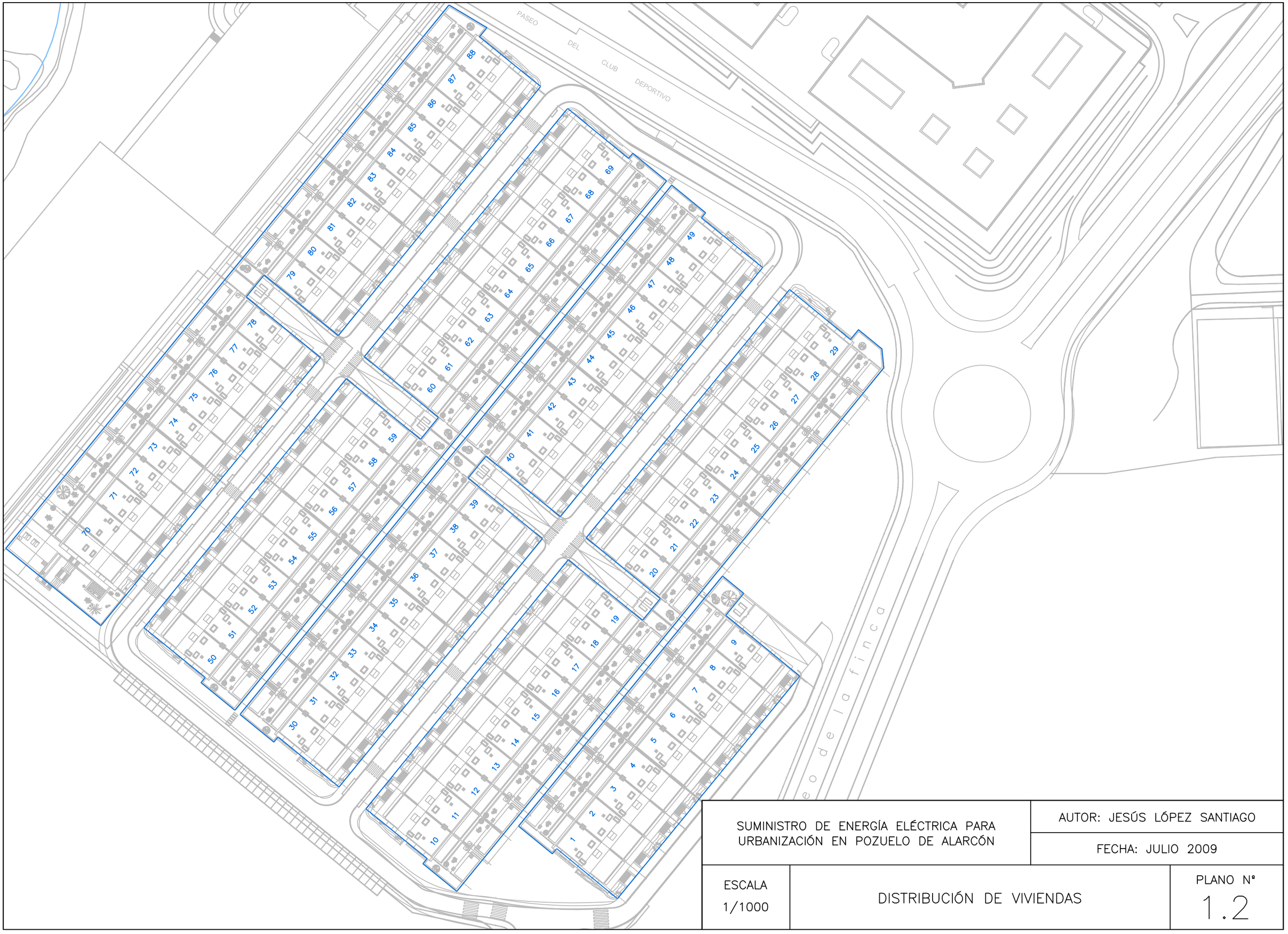
## TOTAL PRESUPUESTO, CON IMPUESTOS: 176.027,75 €

# PLANOS

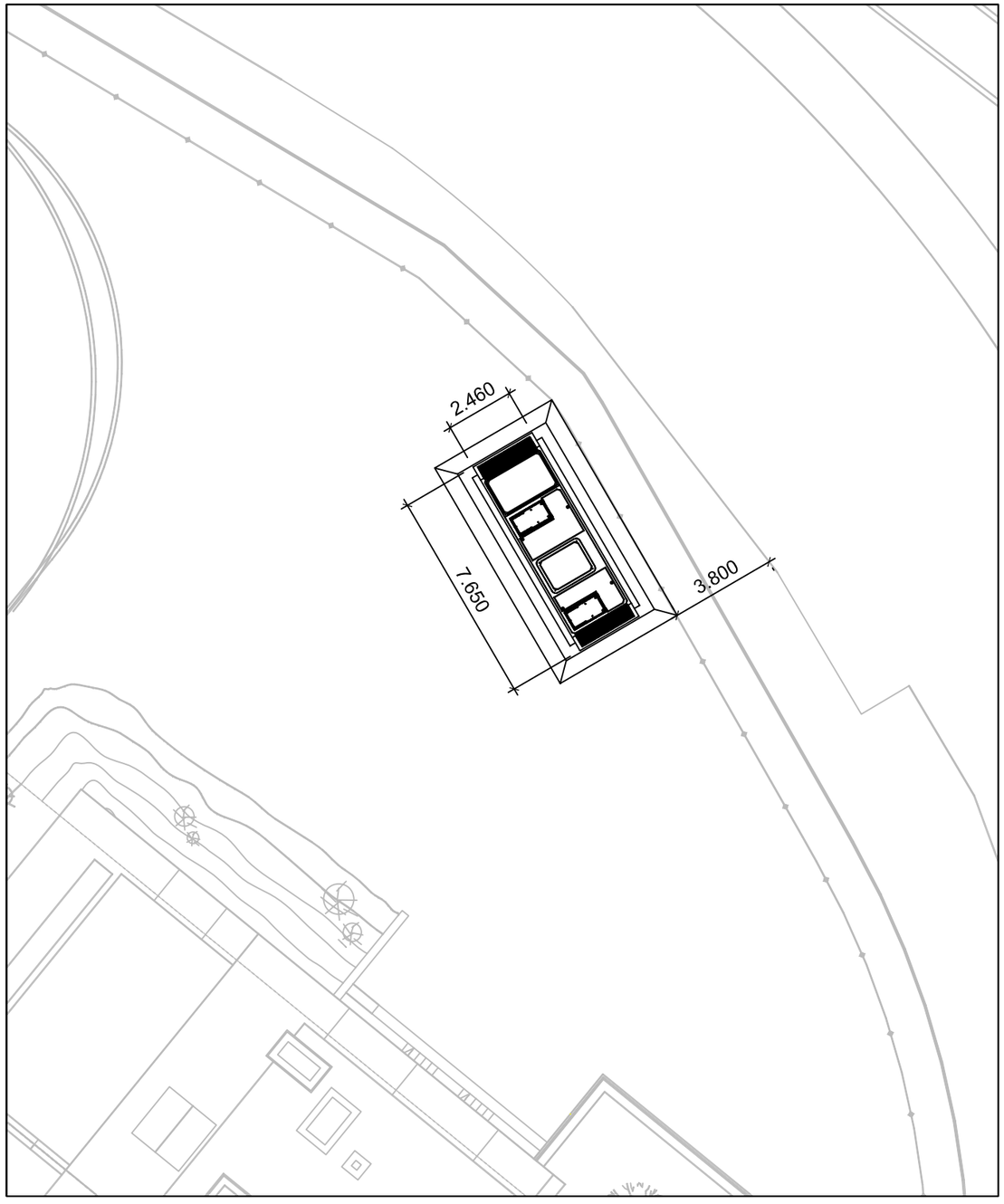
# - ÍNDICE PLANOS -


1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
    1.1. SITUACIÓN
    1.2. DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS
    1.3. EMPLAZAMIENTO
2. RED DE MEDIA TENSIÓN
3. RED DE BAJA TENSIÓN
4. DETALLE DE CANALIZACIONES
    4.1. CANALIZACIÓN ENTUBADA B.T. Y M.T.
    4.2. CANALIZACIÓN CRUCES B.T. Y M.T.
5. DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN
6. ESQUEMA UNIFILAR

| | |
|---|---|
| SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA URBANIZACIÓN EN POZUELO DE ALARCÓN | AUTOR: JESÚS LÓPEZ SANTIAGO |
| | FECHA: JULIO 2009 |
| ESCALA S/E | SITUACIÓN |
| | PLANO Nº 1.1 |

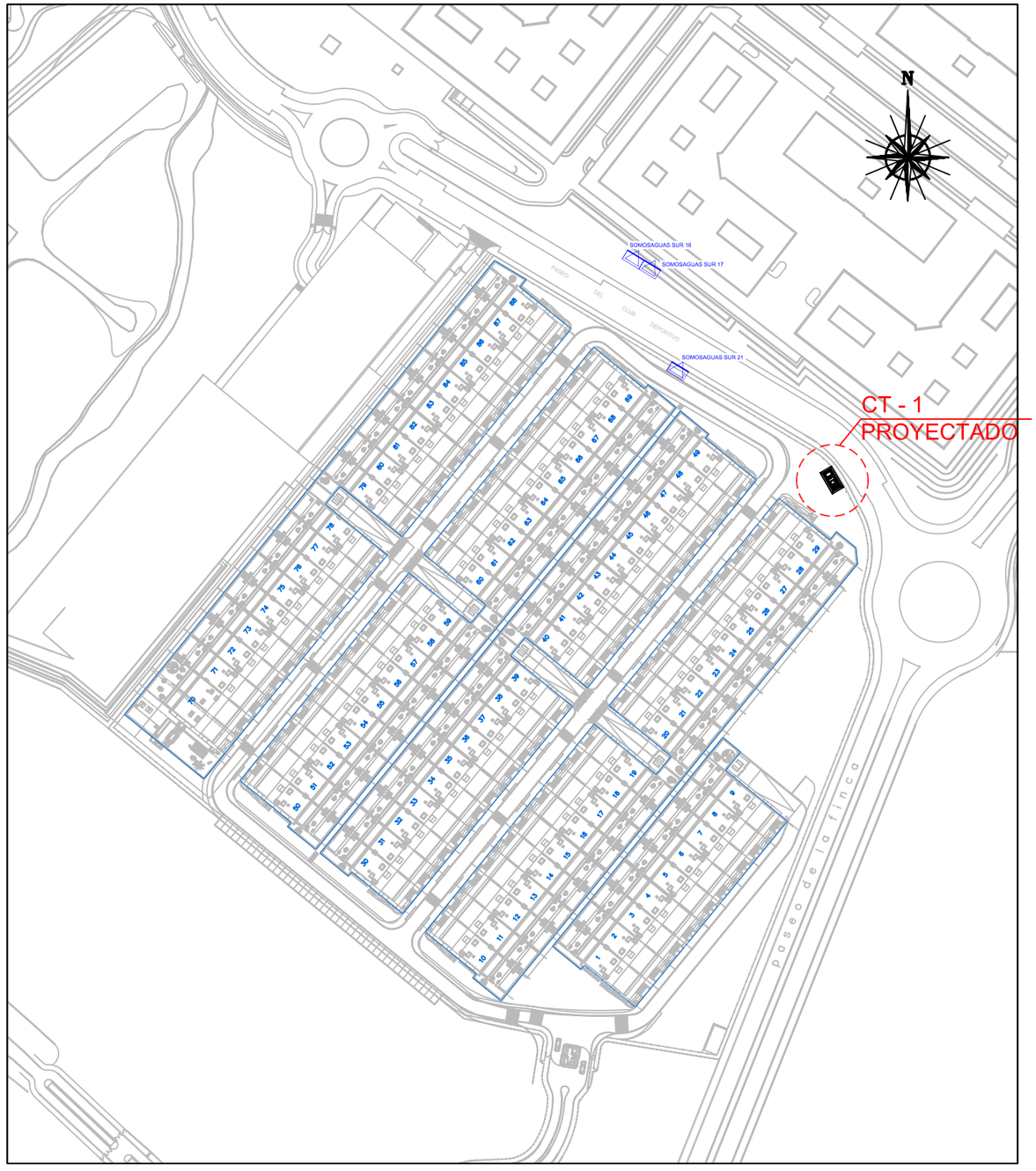



| | | |
|---|---|---|
| SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA URBANIZACIÓN EN POZUELO DE ALARCÓN | | AUTOR: JESÚS LÓPEZ SANTIAGO |
| | | FECHA: JULIO 2009 |
| ESCALA 1/1000 | DISTRIBUCIÓN DE VIVIENDAS | PLANO Nº 1.2 |




COTAS EN M

ESCALA: 1/200




ESCALA: 1/2000

| | |
|---|---|
| SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA URBANIZACIÓN EN POZUELO DE ALARCÓN | AUTOR: JESÚS LÓPEZ SANTIAGO |
| | FECHA: JULIO 2009 |
| ESCALA 1/2000 1/200 | EMPLAZAMIENTO |
| | PLANO Nº 1.3 |

SOMOSAGUAS SUR 16

SOMOSAGUAS SUR 17

PASEO DEL CLUB DEPORTIVO

SOMOSAGUAS SUR 21

N

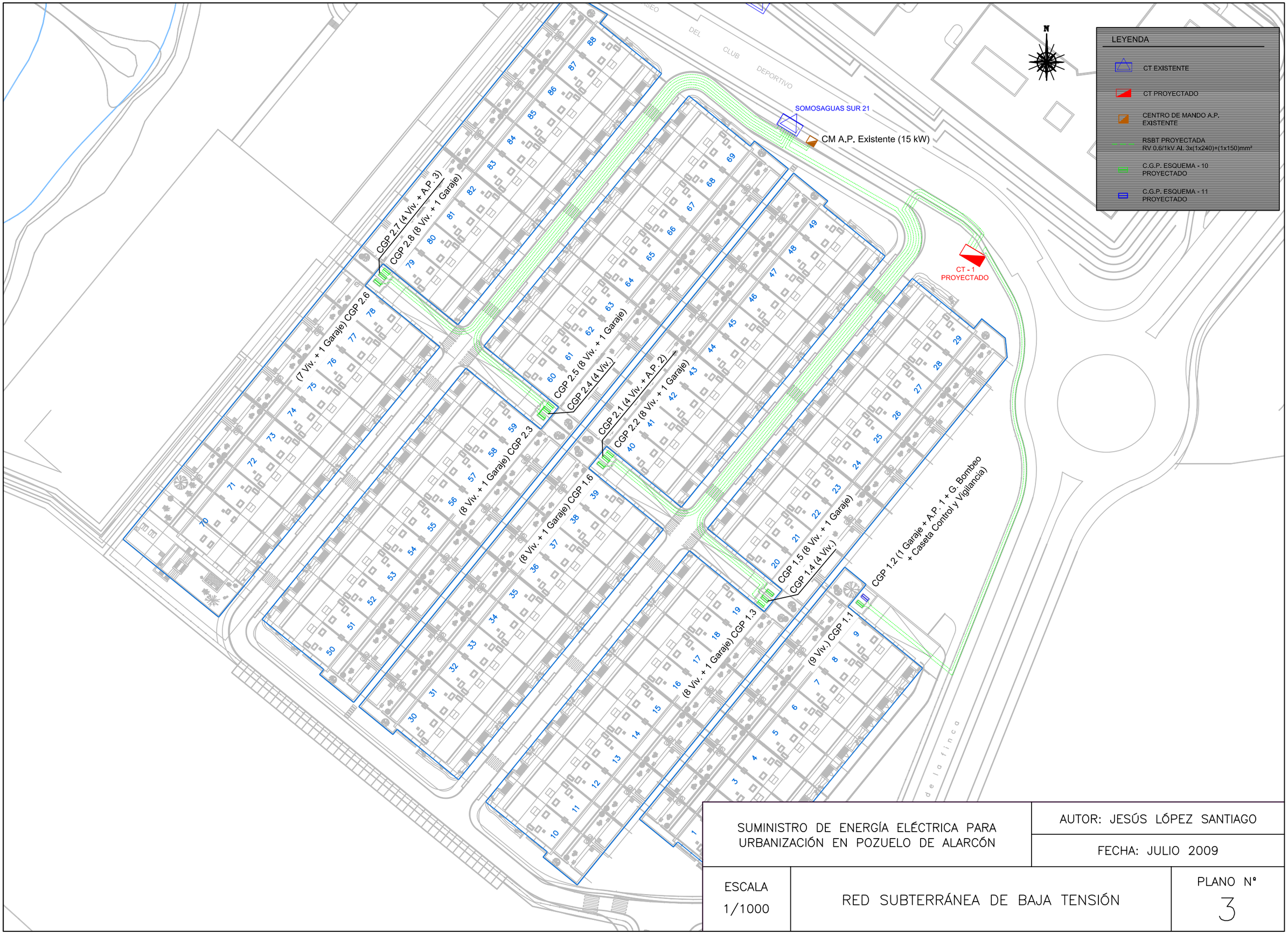
LEYENDA

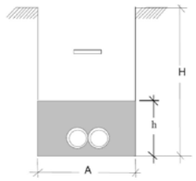
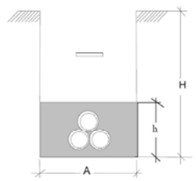
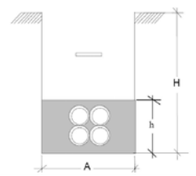
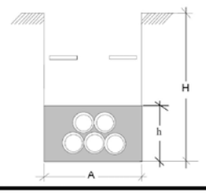
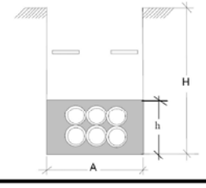
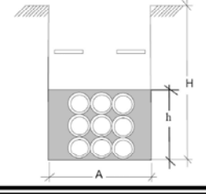
- CT EXISTENTE
- CT PROYECTADO
- RSMT EXISTENTE
- RSMT PROYECTADA
  HEPRZ-1 Al. 12/20 kV 3x(1x240)mm²
- EMPALME PROYECTADO

CT - 1
PROYECTADO

SOMOSAGUAS SUR 22

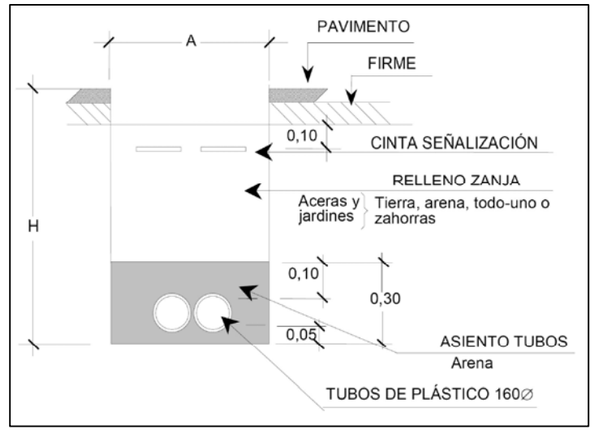
| | | |
|---|---|---|
| SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA URBANIZACIÓN EN POZUELO DE ALARCÓN | | AUTOR: JESÚS LÓPEZ SANTIAGO |
| | | FECHA: JULIO 2009 |
| ESCALA 1/500 | RED SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN | PLANO Nº 2 |


LEYENDA
CT EXISTENTE
CT PROYECTADO
CENTRO DE MANDO A.P. EXISTENTE
RSBT PROYECTADA RV 0.6/1kV Al. 3x(1x240)+(1x150)mm²
C.G.P. ESQUEMA - 10 PROYECTADO
C.G.P. ESQUEMA - 11 PROYECTADO
N
SOMOSAGUAS SUR 21
CM A.P. Existente (15 kW)
CT - 1 PROYECTADO
CGP 2.7 (4 Viv. + A.P. 3)
CGP 2.8 (8 Viv. + 1 Garaje)
(7 Viv. + 1 Garaje) CGP 2.6
CGP 2.5 (8 Viv. + 1 Garaje)
CGP 2.4 (4 Viv.)
(8 Viv. + 1 Garaje) CGP 2.3
CGP 2.1 (4 Viv. + A.P. 2)
CGP 2.2 (8 Viv. + 1 Garaje)
(8 Viv. + 1 Garaje) CGP 1.6
CGP 1.5 (8 Viv. + 1 Garaje)
CGP 1.4 (4 Viv.)
CGP 1.2 (1 Garaje + A.P. 1 + G. Bombeo + Caseta Control y Vigilancia)
(8 Viv. + 1 Garaje) CGP 1.3
(9 Viv.) CGP 1.1
SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA URBANIZACIÓN EN POZUELO DE ALARCÓN
AUTOR: JESÚS LÓPEZ SANTIAGO
FECHA: JULIO 2009
ESCALA 1/1000
RED SUBTERRÁNEA DE BAJA TENSIÓN
PLANO Nº 3

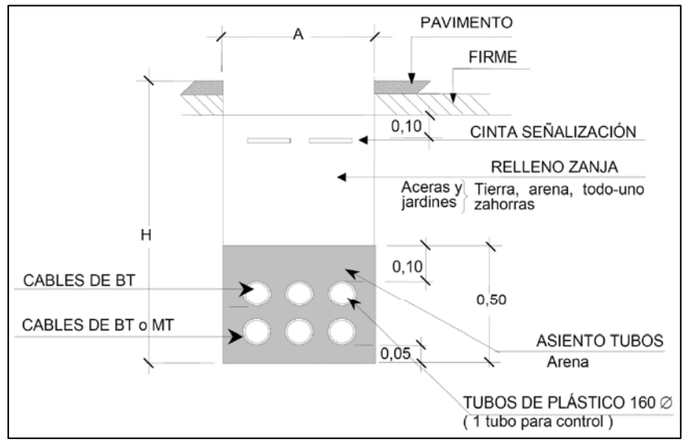
| CANALIZACIÓN ENTUBADA BT y MT<br>TUBO 160 ∅ - Asiento arena | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Perfil** | **Nº Tubos** | **A m** | **H m** | **Altura asiento h m** | **Cinta señalización cable** |
|  | 2 (1P) | 0,35 | 0,70 | 0,30 | 1 |
|  | 3 (T) | 0,35 | 0,80 | 0,40 | 1 |
|  | 4 (2P) | 0,35 | 0,90 | 0,50 | 1 |
|  | 5 (T) | 0,50 | 0,80 | 0,40 | 2 |
|  | 6 (2P) | 0,50 | 0,90 | 0,50 | 2 |
|  | 7 a 9 (3P) | 0,50 | 1,10 | 0,65 | 2 |

(xP): x Planos
(T): Tresbolillo

CANALIZACIÓN ENTUBADA (Asiento de arena)



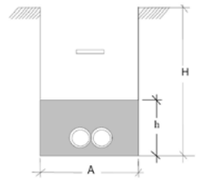
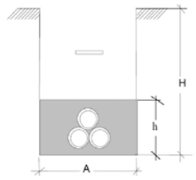
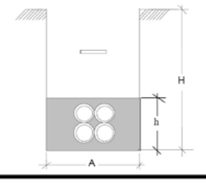
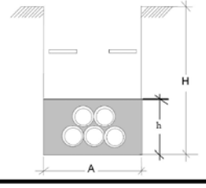
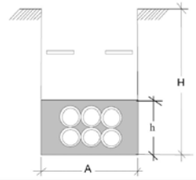
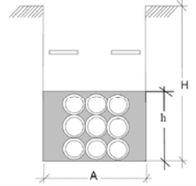

Colocados en un plano




Colocados en dos planos

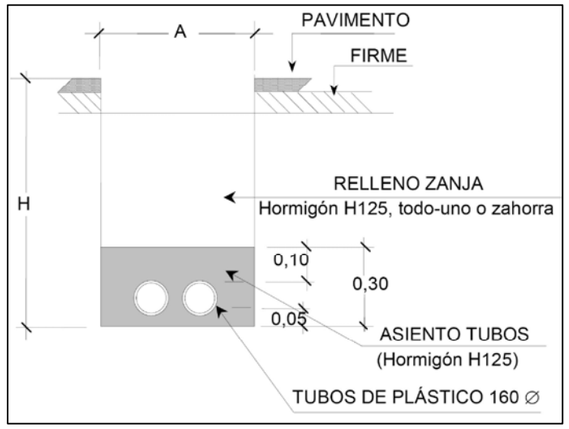
| Núm. de tubos | Anchura (A) | Profundidad zanja (H) | Cinta seña-lización cable | Nº de tubos | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ø160 | ø200 |
| 2 | 0,35 | 0,70 | 1 | 2 | – |
| 3 | | 0,80 | | 3 | – |
| 4 | | 0,90 | | 4 | – |
| 5 | 0,50 | 0,80 | 2 | 5 | – |
| 6 | | 0,90 | | 6 | – |
| 7–9 | | 1,10 | | 7–9 | – |
| 1 | 0,50 | 1,00 | 2 | 1 | 1 |
| 2 | 0,70 | | | 1 | 2 |

| | | |
|---|---|---|
| SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA URBANIZACIÓN EN POZUELO DE ALARCÓN | AUTOR: JESÚS LÓPEZ SANTIAGO | |
| | FECHA: JULIO 2009 | |
| ESCALA S/E | DETALLE DE CANALIZACIONES<br>CANALIZACIÓN ENTUBADA B.T. Y M.T. | PLANO Nº 4.1 |

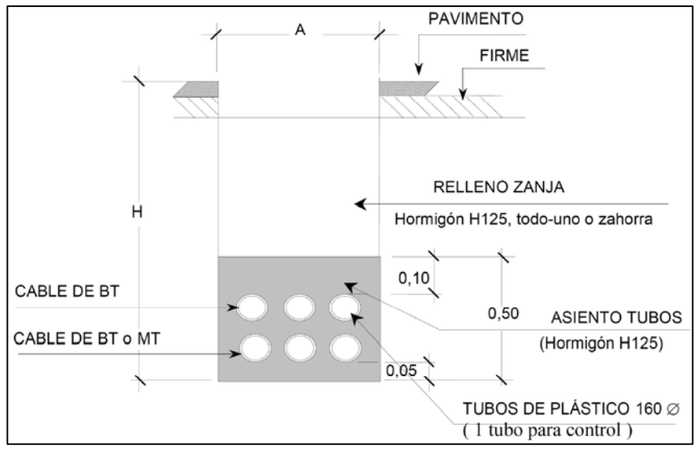
| CANALIZACIÓN CRUCES BT y MT<br>TUBO 160 ∅ - Asiento hormigón | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Perfil** | **Nº Tubos** | **A m** | **H M** | **Altura asiento H M** |
|  | 2 (1P) | 0,35 | 0,80 | 0,30 |
|  | 3 (T) | 0,35 | 0,90 | 0,40 |
|  | 4 (2P) | 0,35 | 1,00 | 0,50 |
|  | 5 (T) | 0,50 | 0,90 | 0,40 |
|  | 6 (2P) | 0,50 | 1,00 | 0,50 |
|  | 7 a 9 (3P) | 0,50 | 1,20 | 0,65 |

(xP): x Planos
(T): Tresbolillo

CANALIZACIÓN CRUCES (Asiento de hormigón)



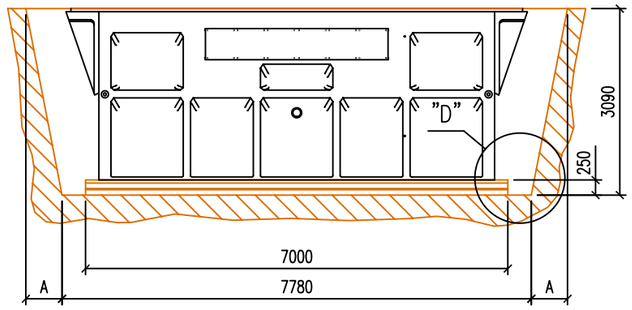

Colocados en un plano



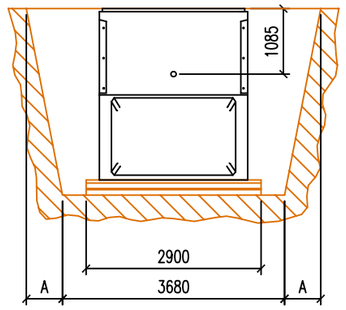

Colocados en dos planos

| Núm. de tubos | Anchura (A) | Profundidad zanja (H) | Cinta seña-lización cable | N° de tubos | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ø160 | ø200 |
| 2 | 0,35 | 0,70 | 1 | 2 | – |
| 3 | | 0,80 | | 3 | – |
| 4 | | 0,90 | | 4 | – |
| 5 | 0,50 | 0,80 | 2 | 5 | – |
| 6 | | 0,90 | | 6 | – |
| 7–9 | | 1,10 | | 7–9 | – |
| 1 | 0,50 | 1,00 | 2 | 1 | 1 |
| 2 | 0,70 | | | 1 | 2 |

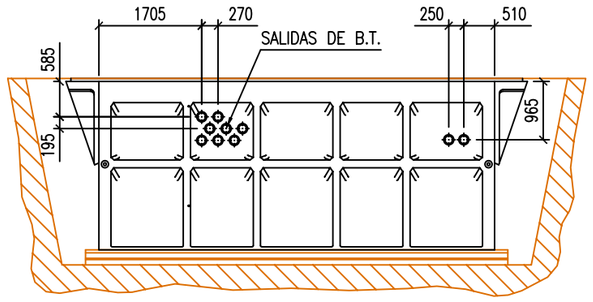
| | | |
|---|---|---|
| SUMINISTRO DEENERGÍA ELÉCTRICA PARA URBANIZACIÓN EN POZUELO DE ALARCÓN | AUTOR: JESÚS LÓPEZ SANTIAGO | |
| | FECHA: JULIO 2009 | |
| ESCALA S/E | DETALLE DE CANALIZACIONES<br>CANALIZACIÓN CRUCES B.T. Y M.T. | PLANO N° 4.2 |



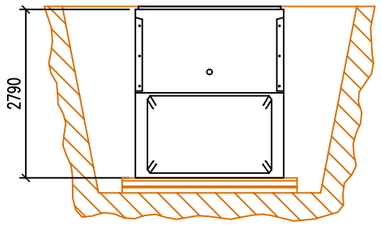

ALZADO FRONTAL




VISTA LATERAL IZQUIERDA




ALZADO POSTERIOR

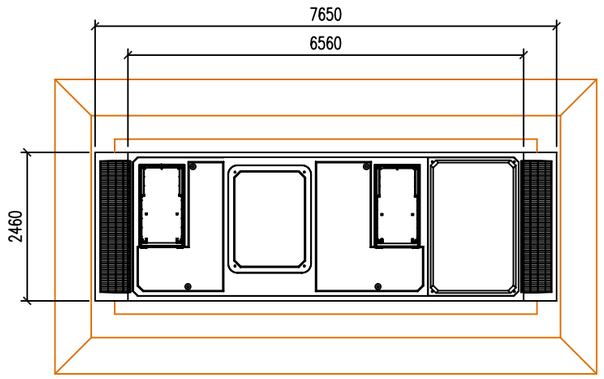



VISTA LATERAL DERECHA

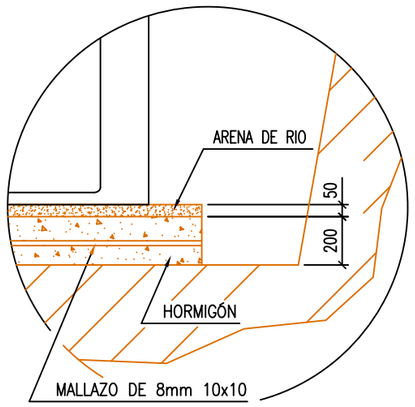
A: Talud natural según terreno

DIMENSIONES MÍNIMAS DE LA EXCAVACIÓN
7.78 m largo x 3.68 m ancho x 3.09 m profund.

IMPORTANTE
ES NECESARIO RELLENAR LA EXCAVACIÓN HASTA LA ALTURA DE ENTRADA DE CABLES INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE MONTADO PARA EVITAR POSIBLES DESPLAZAMIENTOS.



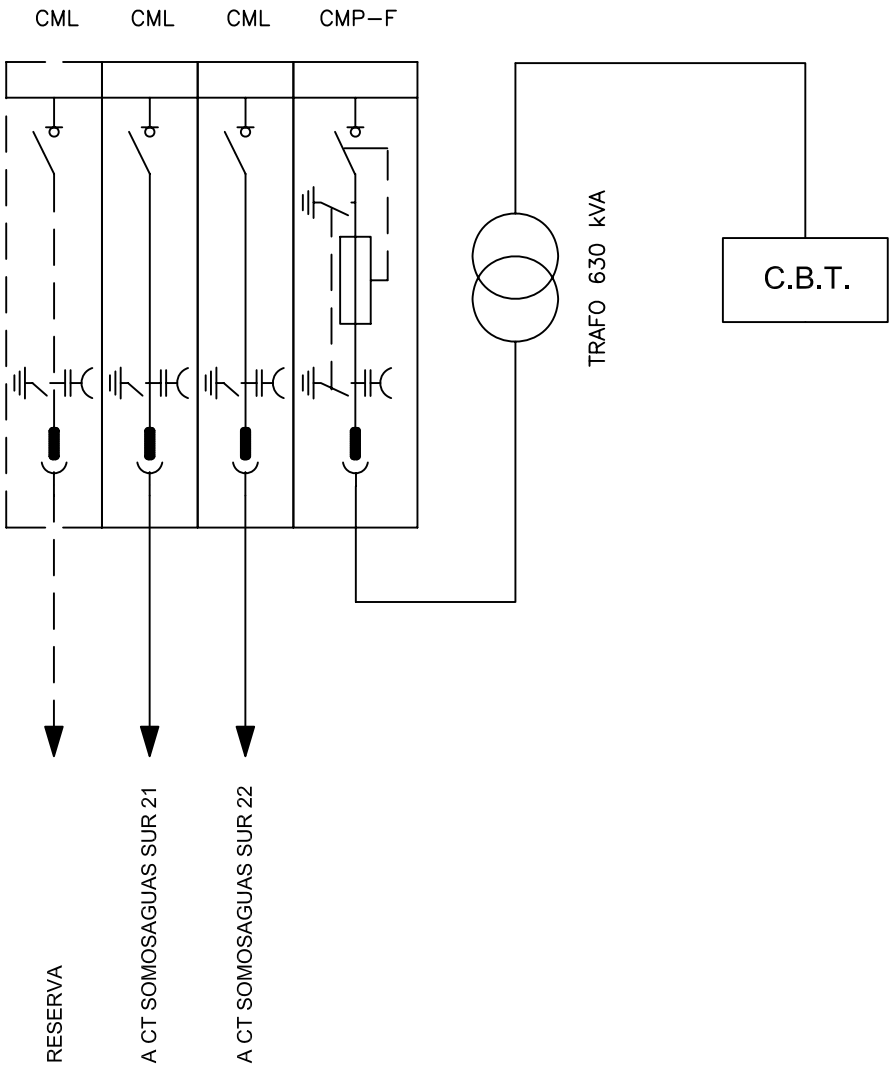

PLANTA




DETALLE "D"

COTAS EN MM

| | |
|---|---|
| SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA URBANIZACIÓN EN POZUELO DE ALARCÓN | AUTOR: JESÚS LÓPEZ SANTIAGO |
| | FECHA: JULIO 2009 |
| ESCALA S/E | DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN |
| | PLANO Nº 5 |




| | |
|---|---|
| SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA URBANIZACIÓN EN POZUELO DE ALARCÓN | AUTOR: JESÚS LÓPEZ SANTIAGO |
| | FECHA: JULIO 2009 |

| | | |
|---|---|---|
| ESCALA<br>S/E | ESQUEMA UNIFILAR | PLANO Nº<br>6 |

# CONCLUSIONES

Este proyecto surgió por la necesidad de ampliar la red de suministro de energía eléctrica, debido a un aumento de demanda de energía en la Urbanización “La Finca”. Para abastecer la totalidad de la potencia demandada ajustada a la potencia real a instalar en las viviendas y en los servicios comunes de la Urbanización, una vez que estos fueron modificados respecto a la fase de estudio inicial.

El proyecto se ha elaborado, con dicho objetivo, aplicando la reglamentación y normativa vigentes de obligado cumplimiento y las normas particulares de la compañía suministradora. Al iniciar el proyecto, ya estaban instalados un Centro de Transformación de menor potencia que la necesaria y la Red de suministro en Media Tensión perteneciente a la compañía suministradora, Iberdrola Distribución.

Partiendo de estas condiciones iniciales, se han diseñado y calculado los elementos necesarios a instalar, para realizar el suministro eléctrico a la Urbanización teniendo en cuenta el aumento de la demanda de potencia. La solución adoptada aprovecha las instalaciones existentes y las tiene en cuenta a la hora de diseñar los diferentes elementos a instalar.

Se ha redistribuido la Red de suministro en Baja Tensión proyectada inicialmente, y se han minimizado el número de líneas a instalar y la longitud de los trazados de las redes de Media y Baja Tensión, con el objetivo de reducir los costes y la envergadura de las obras a realizar para su instalación.

El presente proyecto se ha desarrollado cumpliendo la reglamentación y normativa vigente, y las normas particulares de la compañía suministradora. Además he aplicado los conocimientos adquiridos en la carrera y en las prácticas profesionales que he venido realizando.

# BIBLIOGRAFÍA

[1] y [2] Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de Alta Tensión hasta 18/30 kV. Norma de Iberdrola (NI 56.43.01).

[3] Anexo C: Coeficientes de corrección del valor máximo de la intensidad admisible en casos particulares de instalación (MT 2.31.01).

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre).

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto).

Método de cálculo y proyecto de instalación de puesta a tierra para centros de transformación conectados a redes de tercera categoría, UNESA.

Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de Diciembre de 2000).

Normas UNE.

Guía de aplicación para la electrificación de polígonos. Configuración de la red de distribución. Manual Técnico de distribución y clientes de la compañía suministradora (MTDYC 1.10.14).

Proyecto tipo para Centro de Transformación prefabricado subterráneo. Manual Técnico de distribución de la compañía suministradora (MT 2.11.02).

Criterios de diseño de puesta a tierra de los Centros de Transformación. Manual Técnico de distribución y clientes de la compañía suministradora (MTDYC 2.11.30).

Criterios de ejecución de puesta a tierra de los Centros de Transformación. Manual Técnico de distribución y clientes de la compañía suministradora (MTDYC 2.11.31).

Procedimiento de selección y adaptación del calibre de los fusibles de MT para Centros de Transformación. Manual Técnico de distribución de la compañía suministradora (MT 2.13.40).

Proyecto tipo de línea subterránea de Alta Tensión hasta 30 kV. Manual Técnico de distribución de la compañía suministradora (MT 2.31.01).

Proyecto tipo de línea subterránea de Baja Tensión. Manual Técnico de distribución de la compañía suministradora (MT 2.51.01).

Accesorios para cables subterráneos de tensiones asignadas de 12/20 (24) kV hasta 18/30 (36) kV. Cables con aislamiento seco. Norma de Iberdrola (NI 56.43.01).

Fusibles limitadores de corriente asociados para AT hasta 36 kV. Norma de Iberdrola (NI 75.06.31).

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión. Norma de Iberdrola (NI 72.30.00).

Cuadro de distribución en BT con embarrado aislado y seccionamiento para Centros de Transformación de interior. Norma de Iberdrola (NI 50.44.03).

Normas particulares para instalaciones de Alta Tensión (hasta 30 kV) y Baja Tensión. Manual Técnico de distribución y clientes de la compañía suministradora (MTDYC 2.03.20).